



Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Universidad del Perú. Decana de América

Facultad de Odontología

Escuela Profesional de Odontología

**Influencia de dos revestimientos protectores sobre la
propiedad de liberación de flúor del ionómero de
vidrio convencional tipo II**

TESIS

Para optar el Título Profesional de Cirujano Dentista

AUTOR

Shirley Liseth ZAMBRANO CAPCHA

ASESOR

Gilmer TORRES RAMOS

Lima, Perú

2017



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

Referencia bibliográfica

Zambrano S. Influencia de dos revestimientos protectores sobre la propiedad de liberación de flúor del ionómero de vidrio convencional tipo II [Tesis de pregrado]. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Odontología, Escuela Profesional de Odontología; 2017.

991



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
(Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA)
FACULTAD DE ODONTOLOGIA
VICE DECANATO ACADÉMICO
UNIDAD DE ASESORÍA Y ORIENTACIÓN DEL ESTUDIANTE



ACTA

261- Los Docentes que suscriben, reunidos el diecinueve de julio del 2017, por encargo de la Sra. Decana de
9(P) la Facultad, con el objeto de constituir el Jurado de Sustentación para obtener el Título Profesional de
83 Cirujano Dentista de la Bachiller:

ZAMBRANO CAPCHA, Shirley Liseth

CERTIFICAN:

Que, luego de la Sustentación de la Tesis « INFLUENCIA DE DOS REVESTIMIENTOS
PROTECTORES SOBRE LA PROPIEDAD DE LIBERACIÓN DE FLÚOR DEL IONÓMERO
DE VIDRIO CONVENCIONAL TIPO II » y habiendo absuelto las preguntas formuladas, demuestra
un grado de aprovechamiento..... Bueno , siendo calificado con un promedio
de: dieciseis 16


(en letras)

(en números)

En tal virtud, firmamos en la Ciudad Universitaria, a los diecinueve días del mes de julio del dos mil diecisiete.

PRESIDENTE DEL JURADO

MIEMBRO


Dra C.D. Doris Elizabeth Salcedo Moncada


C.D. Hernán Horna Palomino

MIEMBRO (ASESOR)


Dr. C.D. Gilmer Torres Ramos

Escala de calificación: Grado de Aprovechamiento:
Sobresaliente (18-20), Bueno (15-17), Regular (12-14), Desaprobado (11 ó menos)
Criterios : Originalidad, Exposición, Dominio del Tema, Respuestas.

JURADO DE SUSTENTACIÓN

Presidente: Dra. C.D. Doris Elizabeth Salcedo Moncada

Miembro: C.D. Hernán Horna Palomino

Miembro (Asesor): Dr. C.D. Gilmer Torres Ramos

DEDICATORIA

A mis padres por su apoyo y guía desde el comienzo de mis estudios.

A mis amigos quienes fueron un gran apoyo emocional durante el tiempo en que
escribía esta tesis.

A mis maestros quienes nunca desistieron al enseñarme, quienes continuaron
depositando su confianza en mí.

AGRADECIMIENTOS

Primero quisiera agradecer a Dios por darme la salud para continuar mis estudios.

Quisiera expresar mi más sincera gratitud a mi asesor. Dr. Gilmer Torres Ramos, por su gran guía, ayuda y soporte durante el desarrollo de esta tesis.

También me gustaría agradecer a los miembros de mi jurado de sustentación, Dra. Doris Salcedo Moncada y Dr. Hernán Horna Palomino por su guía y sugerencias durante el desarrollo de este proyecto.

Gracias también al personal del laboratorio de química de la UNI por su guía y ayuda en los procedimientos de laboratorio; Al Dr. Daniel Blanco y Dr. Manuel Mattos por sus sugerencias en la parte de análisis estadístico de esta investigación.

Finalmente, quisiera agradecer a mi familia, amigos y el personal de la facultad de odontología por su paciencia y apoyo durante toda mi carrera.

Resumen

Objetivo: El propósito de este estudio fue determinar la influencia de dos revestimientos protectores sobre la liberación de flúor del ionómero de vidrio convencional (IVC) tipo II. **Metodología:** Se fabricaron 9 especímenes de IVC con forma de disco y se dividieron al azar en 3 grupos de 3 cada uno (Grupo I, II y III). Los especímenes del grupo I se dejaron sin revestimiento, a los del grupo II se les revistió con vaselina (Reuter) y a los del grupo III se les revistió con adhesivo (Prime&Bond 2.1) y se fotocuraron. Los discos fueron sumergidos en envases plásticos con 20 mL de agua destilada, los cuales fueron cambiados durante un periodo de 15 días para medir la liberación de flúor. **Resultados:** Se realizó el análisis estadístico usando SPSS 17.0, y se usó prueba t-student de muestras relacionadas y prueba ANOVA de un factor, usando post-hoc Tukey con nivel de significancia de $p=0,05$. Los valores promedio demostraron una disminución significativa en la liberación de flúor desde el día 1 al 15, en el grupo control y vaselina. La mayor cantidad de flúor fue liberado del grupo control, seguido en orden por la vaselina y el adhesivo con diferencias significativas. **Conclusiones:** La aplicación de adhesivo en IVC influye de manera negativa en su propiedad de liberación de flúor. La vaselina también afecta esta propiedad pero en un menor grado.

Palabras clave: Cementos de ionómero vítreo - liberación de fluoruro – vaselina - prime&bond 2.1.

Abstract

Aim: The aim of study was to determine the influence of surface coatings on the fluoride release property of conventional glass ionomer cements (GIC) type II.

Methods: Nine disc-shaped specimens were fabricated from conventional GIC and randomized into 3 groups (Group I, II, and III) of 3 each. Group I specimens were left uncoated, group II were coated with petroleum jelly (Reuter) and group III were coated with adhesive (Prime&Bond 2.1) and light cured. The disks were immersed on plastic containers with 20 mL distilled water, which were changed over a 15-days period to measure the fluoride release. **Results:** Statistical analysis was carried using SPSS 17.0. Paired sampled t-test, oneway ANOVA and post-hoc Tukey were applied with the level of significance set at $P=0,05$. Mean values revealed a significant decrease in the fluoride release from day 1 to day 15 for control and petroleum jelly groups. The greatest amount of fluoride was released from the uncoated group, followed in order by petroleum jelly and adhesive with significant differences. **Conclusion:** Coating GIC with adhesive affects negatively its fluoride release property. Petroleum jelly also affects that property but in a less extent.

Keywords: Glass ionomer cement - fluoride release - petroleum jelly - prime&bond 2.1.

Lista de cuadros

Cuadro 5.1. Concentración de flúor liberado (ppm) de los 3 grupos durante el periodo de 15 días	43
Cuadro 5.2. Pruebas para establecer normalidad en la distribución de datos.....	44
Cuadro 5.3. Prueba para establecer homogeneidad de varianzas	44
Cuadro 5.4. Comparación de flúor liberado por el grupo control el día 1, día 3, día 7 y día 15.....	45
Cuadro 5.5 Comparación de flúor liberado por el grupo vaselina el día 1, día 3, día 7 y día 15.....	47
Cuadro 5.6 Comparación de flúor liberado por el grupo adhesivo el día 1, día 3, día 7 y día 15	49
Cuadro 5.7 Comparación de flúor liberado del ionómero de vidrio en el día 1	51
Cuadro 5.8. Comparaciones múltiples de flúor liberado del ionómero de vidrio entre cada uno de los revestimientos en el día 1	51
Cuadro 5.9. Comparación de flúor liberado del ionómero de vidrio en el día 3.....	53
Cuadro 5.10. Comparaciones múltiples de flúor liberado del ionómero de vidrio entre cada uno de los revestimientos en el día 3.....	53
Cuadro 5.11. Comparación de flúor liberado del ionómero de vidrio en el día 7	55
Cuadro 5.12. Comparaciones múltiples de flúor liberado del ionómero de vidrio entre cada uno de los revestimientos en el día 7.....	55
Cuadro 5.13. Comparación de flúor liberado del ionómero de vidrio en el día 15.....	57
Cuadro 5.14. Comparaciones múltiples de flúor liberado del ionómero de vidrio entre cada uno de los revestimientos en el día 15.....	57

Lista de figuras

Fig 5.1 Liberación media de flúor (en ppm) del ionómero de vidrio convencional sin revestimiento protector en diferentes días.....	46
Fig 5.2. Liberación media de flúor (en ppm) del ionómero de vidrio convencional con vaselina en diferentes días.....	48
Fig 5.3. Liberación media de flúor (en ppm) del ionómero de vidrio convencional con adhesivo en diferentes días.....	50
Fig 5.4. Comparación de la concentración de flúor liberado (ppm) de los diferentes revestimientos protectores en el día 1	52
Fig 5.5. Comparación de la concentración de flúor liberado (ppm) de los diferentes revestimientos protectores en el día 3.....	54
Fig 5.6. Comparación de la concentración de flúor liberado (ppm) de los diferentes revestimientos protectores en el día 7.....	56
Fig 5.7. Comparación de la concentración de flúor liberado (ppm) de los diferentes revestimientos protectores en el día 15.....	58

CONTENIDO

Página de aprobación	i
Dedicatoria	ii
Agradecimientos	iii
Resumen	iv
Abstract	v
Lista de cuadros	vi
Lista de figuras	vii
I. Introducción	1
II. Problema de investigación	3
a. Área problema	3
b. Delimitación del problema.....	4
c. Formulación del problema	4
d. Objetivos de la investigación.....	5
2.4.1 Objetivo general	5
2.4.2 Objetivos específicos.....	5
e. Justificación	5
f. Limitaciones de la investigación.....	6
III. Marco teórico	8
3.1 Antecedentes del problema	8
3.2 Bases teóricas	13
3.2.1 Ionómero de vidrio convencional	13
3.2.1.1. Concepto y origen	13
3.2.1.2. Clasificación	15
3.2.1.3. Composición.....	16
3.2.1.4. Reacción de fraguado.....	17
3.2.1.5. Principales propiedades	20

3.2.2	Liberación y recarga de flúor	26
3.2.2.1	Flúor	26
3.2.2.2	Aspectos biológicos de la liberación de flúor	26
3.2.2.3	Efecto remineralizador del flúor	27
3.2.2.4	Liberación de flúor del ionómero de vidrio	28
3.2.2.5	Recarga de flúor	31
3.2.3	Revestimientos protectores	32
3.3	Definición de términos	35
3.4	Hipótesis.....	35
3.5	Operacionalización de variables	36
IV.	Metodología	37
4.1	Tipo de investigación	37
4.2	Población y muestra	37
4.3	Procedimientos y técnica	38
4.4	Procedimientos de datos	42
4.5	Análisis de resultado.....	42
V.	Resultado	43
VI.	Discusión	59
VII.	Conclusiones	63
VIII.	Recomendaciones	65
IX.	Bibliografía.....	66
X.	Anexos.....	72

I. INTRODUCCIÓN

El flúor tiene una gran importancia en odontología y está documentado como un factor importante en el control del desarrollo de lesiones cariosas. Existen diversas formas de proveer al medio bucal de flúor, siendo una de ellas las restauraciones dentales. Si se habla de materiales restauradores con flúor actualmente disponibles, los cementos de ionómero de vidrio son los que presentan la propiedad de liberar mayor cantidad de flúor.

Estos cementos, introducidos en el campo dental en los años 1970 por Wilson y Kent, combinan las ventajas de la translucidez y la liberación de flúor del cemento de silicato y las ventajas de biocompatibilidad y propiedades de adhesión del cemento de policarboxilato. Entre los beneficios que aporta el ionómero de vidrio al ser usado como material de restauración directo se encuentran la liberación y recarga de flúor, la unión química a la estructura dental, y coeficiente de expansión térmica similares a la estructura dentaria.

Sin embargo, los ionómeros de vidrio también poseen características indeseables como sensibilidad a la humedad, poca resistencia a la abrasión y poca resistencia. Con el fin de mejorar el problema de sensibilidad a la humedad, se ha sugerido la aplicación de diferentes revestimientos protectores como barnices a prueba de agua, vaselina, o resinas de adhesión fotocurables sobre la superficie del ionómero de vidrio inmediatamente después de su aplicación en la pieza dentaria a fin de controlar el equilibrio cemento-agua. Pero cualquier efecto de estos sobre la liberación de flúor sería una desventaja y disminuiría el valor de elegir al ionómero de vidrio como material restaurador para pacientes con lesiones cariosas activas.

En nuestro entorno se usa vaselina para prevenir el desbalance hídrico, muy pocos utilizan adhesivos como sugieren la literatura actual, sin embargo, aún no está claro el efecto de ambos revestimientos sobre la propiedad de liberación de flúor.

Por ello, el objetivo de este estudio es evaluar la influencia de dos revestimientos protectores usados en nuestro entorno para ver si modifican o no la liberación de flúor de un ionómero convencional de restauración. Y así, poder determinar el revestimiento más conveniente a usar cuando existan situaciones clínicas donde se deba priorizar la liberación de flúor a partir del material.

II. PROBLEMA DE INVESTIGACION

g. Área problema

Los cementos de ionómero de vidrio convencionales son principalmente utilizados en odontología pediátrica por su propiedad de adhesión a los tejidos dentarios, sin ninguna necesidad de tratamiento previo de superficie; además de su potencial de proporcionar una concentración sostenida de flúor en el tejido dentario adyacente y alrededor de la restauración. Está establecido que la presencia de fluoruro en la superficie dentaria reduce la frecuencia y la progresión de la caries dental. Los iones de flúor afectan la actividad de bacterias orales a través de una inhibición de los procesos metabólicos intracelulares, además también presenta un efecto de disminución en la formación de la placa dental y efecto bactericida de *S. mutans* en la placa dental.

Aunque los materiales dentales han sido objeto de importantes mejoras, los ionómeros de vidrio hoy en día aún presentan deficiencias que limitan sus aplicaciones en ciertas circunstancias. Una de estas características indeseables es su sensibilidad a la humedad. Para solucionar el problema de sensibilidad a la humedad, se recomienda la aplicación de diferentes revestimientos como son los barnices impermeables, vaselina, mantequilla de cacao, esmalte de uñas o resinas de fotocurado sobre la superficie del ionómero vítreo justo después de la reacción inicial para mantener el balance hídrico sugerido.

Sin embargo, a pesar de que la liberación de flúor proporciona un importante beneficio clínico, existe una información limitada de la influencia de estos

revestimientos protectores al ser aplicados en las restauraciones de ionómero de vidrio y como pueden afectar la propiedad de liberación de flúor.

h. Delimitación del problema

Las razones principales por las que se eligió usar el ionómero de vidrio convencional, es que éste es usado ampliamente en la clínica odontopediátrica, ya que ofrece ventajas como su facilidad de manipulación y propiedades de control de caries; además de demostrar capacidad en la liberación y recarga de flúor.

Y si bien el uso de revestimientos protectores ha sido recomendado por los fabricantes al momento del fraguado debido a la sensibilidad del ionómero al agua, todavía hay falta de conocimiento en cómo éstos afectan la liberación de flúor.

Por ello, en el presente trabajo de investigación se estudiará la influencia de diferentes revestimientos protectores en los ionómeros de vidrio en cuanto a la propiedad de liberación de flúor.

i. Formulación del problema

¿Cuál de los revestimientos protectores afecta en menor grado la liberación de flúor del ionómero de vidrio convencional tipo II?

j. Objetivos de la investigación

2.4.1 Objetivo general

Determinar la influencia de diferentes revestimientos protectores sobre la propiedad de liberación de flúor del ionómero de vidrio convencional tipo II.

2.4.2 Objetivos específicos

- Determinar la concentración de flúor liberado del ionómero de vidrio convencional tipo II sin ningún revestimiento a 1 día, 3 días, 7 días y 15 días luego de su preparación.
- Determinar la concentración de flúor liberado del ionómero de vidrio convencional tipo II cubierto con vaselina a 1 día, 3 días, 7 días y 15 días luego de su preparación.
- Determinar la concentración de flúor liberado del ionómero de vidrio convencional tipo II cubierto con adhesivo a 1 día, 3 días, 7 días y 15 días luego de su preparación.
- Comparar las concentraciones de flúor liberadas por el ionómero de vidrio convencional tipo II sin y con revestimientos protectores.

k. Justificación

En la práctica profesional odontológica el ionómero de vidrio es un material dental ampliamente usado debido a sus diferentes propiedades y modificaciones. Si bien el ionómero de vidrio de restauración no presenta ni estética ni propiedades físicas notables en comparación con otros materiales de restauración, este material sigue siendo ampliamente elegido en

determinadas situaciones clínicas. En el particular caso de la odontopediatría, se considera una gran ventaja la propiedad de liberación de flúor que los ionómeros de vidrio poseen, por ejemplo, en casos de pacientes con dientes desmineralizados y/o pacientes con actividad cariogénica alta, el ionómero de vidrio es material de elección.

Ahora, el fabricante y diversas investigaciones recomiendan la colocación de barnices protectores después de realizar una restauración con ionómero de vidrio, pero lamentablemente en nuestro medio no existe la cantidad necesaria de literatura, ni publicaciones, sobre la influencia de estos revestimientos en la propiedad del ionómero de vidrio de liberar flúor.

Es por eso que se considera necesario realizar la evaluación sobre las concentraciones de flúor liberadas en presencia de estos revestimientos, con la finalidad de brindar al clínico una razón fundamentada en la elección del uso de este material basado en cómo afecta al ionómero de vidrio en su capacidad de liberar flúor. A su vez, permitir al clínico discernir cual revestimiento protector es más beneficioso.

I. Limitaciones de la investigación

En el presente trabajo se medirá la concentración de flúor liberado en un medio artificial (agua destilada), lo que puede producir una diferencia en los resultados obtenidos al no poder reproducirse algunos aspectos en boca, por ejemplo, existe una similitud en la distribución de iones entre la saliva y el ionómero de vidrio, lo que causa una baja gradiente de difusión, al diferencia

de la diferente distribución de iones entre el agua destilada y el ionómero de vidrio, en donde se observa una mayor gradiente de difusión.

Al ser éste un estudio in vitro no se puede apreciar como el cepillado dental y los hábitos alimenticios influyen en la retención de los revestimientos protectores, además, no se puede reproducir algunos aspectos en boca, como la variación en la temperatura, diferente pH y/o estrés masticatorio.

La medición de flúor liberado se realizará en 4 fechas: a las 24 horas, a los 3 días, a los 7 días y a los 15 días, para simular el patrón de liberación del flúor. Se conoce que los ionómeros de vidrio exhiben su mayor liberación de flúor dentro de las primeras 24 horas de fraguado, para después liberar flúor que disminuye continuamente hasta que alcance una meseta entre los 10 – 21 días. Lamentablemente no se puede medir todos los días por costos de medición.

Tampoco se conoce con exactitud la solubilidad de los protectores en el medio bucal.

III. MARCO TEORICO

3.3 Antecedentes del problema

Kishore G, Sai-Sankar AJ, Pratap-Gowd M, Sridhar M, Pranitha K, Sai-Krishna VS. (2016) evaluaron el efecto de diferentes recubrimientos de superficie en la propiedad de liberación de flúor de materiales dentales, para lo cual se elaboraron 30 discos de ionómero convencional y 30 de zirconomer. A su vez, estos discos fueron divididos en 3 subgrupos de 10 cada uno. Al primer subgrupo se les dejó sin recubrimiento, el segundo subgrupo se recubrió con vaselina, y el tercer subgrupo fue recubierto con adhesivo (G-coat plus). La lectura del ión flúor se midió con un electrodo específico de flúor (Orion 9609BN) cada 24 horas. Los resultados mostraron que el grupo zirconomer liberó flúor en una cantidad significativamente mayor al compararlo con el grupo ionómero convencional. También se observó que la mayor cantidad de flúor liberado se dio en las primeras 24 horas y la menor cantidad en el día 15. Por lo que concluyeron que ambos materiales liberan flúor tengan o no revestimiento protectores, y que a pesar de existir diferencias en cuanto a la cantidad de flúor, el patrón de liberación de flúor fue similar y continuo.¹

Delgado MC, Ramírez OJ, Nagano A. (2014) Compararon la cantidad de fluoruro liberado de dos ionómeros de vidrio convencionales: Ketac Molar Easymix (3M ESPE) y FUJI II (GC Dental Industrial Corporation), para lo cual se realizaron 15 muestras de cada ionómero de vidrio de 4mm de diámetro por 6 mm de altura. Las muestras se colocaron en una estufa por 1 hora (37°C a 90% de humedad relativa) y después se colocaron en 1 mL de agua desionizada en un recipiente plástico hermético por 24 horas para luego

enjuagarlas con agua desionizada, secarlas y transferirlas a otro recipiente. A la solución donde estuvieron almacenadas las muestras durante 24 horas, se le agregó 1 mL de solución TISAB para llevar a cabo la determinación de fluoruro con un potenciómetro y un electrodo selectivo para fluoruros bajo agitación magnética. Como resultado se observó que ambos cementos liberaron fluoruro sin diferencia significativa. La más alta liberación se presentó durante las primeras 24 horas para ambos cementos, declinó en el segundo día y gradualmente disminuyó con el tiempo; concluyendo que ambos cementos de ionómero de vidrio presentan una liberación similar de fluoruro.²

Kamatham R, Reddy SJ. (2013) realizaron un estudio controlado para conocer el efecto de diferentes recubrimientos de superficie al aplicarlos en ionómero vítreo convencional y como modifican su propiedad de liberación de flúor. Para la realización de este estudio se elaboraron 30 ejemplares en forma de disco a partir de IV convencional los que se colocaron en 3 grupos de 10 bloques cada uno. Las muestras del grupo I no presentaron recubrimiento alguno, las muestras del grupo II fueron cubiertas de barniz cavitario, y las muestras del grupo III fueron cubiertas de vaselina. Después los discos fueron sumergidos en 3 botellas de plástico herméticas que contuvieron agua destilada no ionizada la cual fue cambiada cada 24 horas por 15 días. Se observó que la mayor cantidad de fluoruro fue liberado del grupo de ionómeros sin barniz, seguidos en ranking por la vaselina y barniz cavitario, además la diferencia entre ellos fue estadísticamente significativa ($P < 0.05$) por lo que se concluye que la aplicación de barniz cavitario sobre la superficie de una restauración de ionómero vítreo altera su propiedad de liberación de fluoruro, de manera similar, la vaselina también impide liberación de fluoruro, pero en un menor grado.³

Dionysopoulos D, Koliniotou-Koumpia E, Helvatzoglou-Antoniades M, Kotsanos N. (2013) Evaluaron la liberación de flúor de cinco materiales restauradores y 3 adhesivos dentales con contenido de flúor antes y después de tratarlos con una solución de NaF. Para el estudio se decidió estudiar Fuji IX GP (GC Corp.), Ketac N100 (3M ESPE), Dyract Extra (Dentsply), Beautifil II (Shofu Inc.) y Wave (SDI) y usaron una resina compuesta sin flúor como control (Filtek Z250, 3M ESPE). En cuanto a los adhesivos dentales se investigaron Stae (SDI), Fluorobond II (Shofu Inc.) y Prime & Bond NT (Dentsply) y se usó como control al adhesivo dental sin flúor Adper Scotchbond 1 XT, 3M ESPE. Se usó un electrodo selectivo de ion flúor para medir las concentraciones de flúor. Durante un periodo de 86 días antes de la aplicación de NaF, Fuji IX GP libero la mayor cantidad de flúor en cuanto a los materiales restauradores mientras que Prime & Bond NT liberó la mayor cantidad de flúor del grupo de adhesivos dentales. Después de la refluorización con NaF, Fuji IX GP nuevamente liberó la mayor cantidad de flúor en su grupo mientras que Fluorobond II liberó la mayor cantidad en el grupo de adhesivos dentales. Se concluyó que los ionómeros de vidrio exhibieron mejor liberación de flúor y recarga que los materiales resinosos, también que los adhesivos dentales con flúor presentan poca liberación de flúor y propiedad de recarga, Por lo que se infiere que la composición y los mecanismos de fraguado influyen en la propiedad de liberación y recarga de flúor.⁴

Tiwari S, Nandlal B. (2013) ejecutaron un estudio in-vitro compuesto de 80 muestras con el objetivo de evaluar y comparar la liberación de flúor del cemento de ionómero de vidrio convencional con y sin agente de revestimiento de superficie. Para ello, se aplicó G-coat plus a 40 de las muestras y se midió la liberación de flúor de las muestras (con y sin revestimiento) cada 24 horas

por 7 días y luego semanalmente 3 veces usando el medidor Sension4 pH/ISE/MV. Los resultados revelaron una disminución significativa en la liberación de flúor desde el día 1 al día 21 para ambos grupos. También se observó que el grupo sin revestimiento liberó significativamente más flúor que el grupo con revestimiento ($P < 0.001$), concluyendo que el agente de revestimiento usado (nanorelleno) reduce la cantidad de flúor liberado en el medio oral, en comparación con el grupo no recubierto pero que esto no afecta la liberación de flúor en las paredes de la cavidad, y crea zonas de inhibición en el piso cavitario ayudando a la remineralización interna.⁵

Basso GR, Della Bona A, Gobbi DL, Cecchetti D. (2011) Evaluaron la liberación in vitro de flúor de cuatro materiales dentales: un ionómero de vidrio convencional (Ketac Molar easymix), dos ionómeros de vidrio modificados con resina (Rely-X luting 2 y Vitremer) y un control negativo (Filtek Z250), para lo que elaboraron muestras en forma de disco siguiendo las indicaciones del fabricante y luego colocándolas en un contenedor plástico con una cuerda, lo que permitió que la muestra este sumergida en 10 mL de agua de ósmosis inversa sin tocar las paredes laterales ni el piso del contenedor. El análisis se realizó usando un electrodo selectivo de ion F (Orion 710). Se midió la liberación de flúor cada 6 horas durante el primer día y después diariamente para los días 2 al 28; obteniendo como resultados que RL2 (ionómero vítreo modificado con resina) liberó más F que los otros materiales en todos los tiempos medidos, seguido de Vitremer (IVMR) y Ketac Molar easymix (ionómero convencional). También la mayor liberación de flúor ocurrió en las primeras 24 horas, disminuyendo rápidamente en el día 2 y 3 para luego alcanzar un nivel de liberación de flúor constante. Por lo que se infiere que los IVMR liberan mayor cantidad de flúor que un ionómero convencional.⁶

Mousavinasab SM, Meyers I. (2009) Midieron la cantidad de flúor liberado de cuatro ionómeros de vidrio (Fuji IX, Fuji VII, Fuji IX Extra and Fuji II LC), un compómero (Dyract Extra) y un giómero (Beautifil), para lo cual elaboraron 20 especímenes de cada material y la cantidad de flúor liberado se midió en los días 7, 14 y 21 usando un electrodo específico para flúor y un analizador de iones. Se observó diferencias significativas en la liberación de flúor en diferentes días y materiales. Fuji VII presentó la mayor cantidad de flúor liberado en la primera semana, siguiendo en orden descendente Fuji IX Extra, Fuji II LC, Fuji IX, Dyract Extra y Beautifil y este orden permaneció igual para los días 14 y 21. Por lo que se concluye que la matriz de ionómero de vidrio juega un papel importante en la capacidad de liberación de flúor.⁷

Wang L, Buzalaf M, Atta M. (2004) Evaluaron la liberación de flúor a corto plazo de un ionómero vítreo modificado con resina cubierto con 2 diferentes sistemas adhesivos en un sistema de pH cíclico. Para el estudio, se realizaron cuatro combinaciones: G1-Vitremer (V), G2-Vitremer + Primer (VP), G3-Vitremer + Single Bond (VSB) y G4-Vitremer + Prime&Bond 2.1 (VPB). Cabe resaltar que SB no contiene flúor y PB es un sistema que contiene flúor. Se procedió la preparación de 24 discos de acuerdo con las instrucciones del fabricante, se aplicó dos capas del sistema seleccionado y se procedió al curado. Después, las muestras se sumergieron en una solución desmineralizante por 6 horas, seguido de inmersión en una solución remineralizante durante 18 horas; por un periodo de 15 días. Se observó que todos los grupos liberaron flúor en un patrón similar (gran liberación de flúor al comienzo que disminuye con el tiempo). El grupo VP mostró la liberación de flúor más alta, seguida de V, sin diferencia estadística. VSB y VPB liberan menos fluoruro en comparación con V y VP, con diferencias estadísticamente

significativas. Lo que demuestra que independientemente del sistema adhesivo, se da una reducción de la liberación de flúor; lo que sugiere que esta combinación reduce el efecto beneficioso del material restaurador alrededor de la restauración.⁸

3.4 Bases teóricas

3.2.2 Ionómero de vidrio convencional

3.2.1.1. Concepto y origen

Mc Lean definió el cemento de ionómero de vidrio como aquel material que consiste en un vidrio descomponible en ácido y de un ácido soluble en agua que fraguan por una reacción de neutralización que se lleva a cabo dentro de un plazo clínicamente aceptable.⁹

Su origen se dio a fines de los 60 en el laboratorio de química gubernamental de Londres, donde se trató de mejorar las propiedades de los cementos de silicato, cementos de policarboxilato de zinc y cementos de fosfato de zinc. La intención era combinar las características deseables de los cementos de silicato (translucidez y de liberación de flúor) con los cementos de policarboxilato (adherencia químicamente a la sustancia dental y no irritantes de la pulpa).^{10, 11}

En este laboratorio, Wilson y Kent trataron de resolver por qué estos cementos experimentales eran difíciles de trabajar, fraguaban

lentamente y eran inestables en agua.¹² Investigaciones iniciales mostraron que el fosfato podía jugar un rol en la reacción de fraguado del cemento de silicato por lo que se decidió reemplazar el ácido fosfórico con un ácido quelante más débil.¹¹

Wilson preparo una serie de cementos usando el aminosilicato de vidrio en polvo y los mezclo con distintos ácidos, incluyendo una solución de ácido poliacrílico al 25% que a diferencia de los otros ácidos formaba un cemento con indefinido tiempo de fraguado pero que después de 24 horas era estable en agua.¹³

El problema con estos cementos fue la poca reactividad del vidrio hacia el polímero. Kent fue el primero en descubrir que la proporción alúmina/silicio del vidrio era la llave para controlar la reactividad del vidrio, ya que esta relación determina la alcalinidad del vidrio y un aumento de la alcalinidad del vidrio incrementaría el índice de la reacción de fraguado.^{12, 14}

Además, se decidió usar soluciones de ácido poliacrílico mas concentradas (40% a 50%) basado en los trabajos de Smith quien demostró que se necesitaban mayores concentraciones de ácido poliacrílico para formar cementos de forma satisfactoria.¹³ Así, con cristales de aluminosilicato más reactivos y con soluciones acuosas de ácido poliacrílico al 40 o 55% consiguieron obtener un cemento con un razonable tiempo de fraguado.¹¹

En 1972, Wilson y Kent produjeron el primer ionómero de vidrio que tenía gran contenido de ion flúor (G-200) llamado originalmente ASPA (Alumino Silicate Polyacrylic Acid) y aunque este era ya un material útil, era necesario realizar un mayor esfuerzo para mejorar su fraguado y susceptibilidad a la humedad.¹²

Wilson y Crisp encontraron que el ácido tartárico modificaba la reacción del cemento y mejoraba su manipulación al dar mayor tiempo de trabajo, por lo que fue reconocido como un aditivo controlador de la reacción, además su introducción permitió el uso de menor cantidad de flúor en vidrio.¹²

Desde entonces, y hasta el presente, el ionómero de vidrio ha presentado modificaciones no solo en su composición y en su estructura original sino también en sus indicaciones y en sus aplicaciones en la clínica restauradora.

3.2.1.2. Clasificación

Existen diferentes aplicaciones para los cementos ionómero de vidrio y también se pueden clasificar de acuerdo a ello.¹⁵

- Tipo I: Cementado o fijación de restauraciones indirectas de inserción rígida
- Tipo II a: restauración estética
- Tipo II b: intermedias o reforzadas
- Tipo III: bases cavitaria o recubrimiento

Básicamente la química es la misma para cada una de las 3 categorías, pero existen variaciones en el radio polvo/líquido y en el tamaño de la partícula de polvo para adecuarse a la función deseada.¹²

3.2.1.3. Composición

El ionómero se basa en una reacción ácido-base y en la formación de una sal de estructura nucleada, por lo que todo ionómero debe presentar dos componentes: un polvo básico compuesto por un vidrio y un líquido ácido constituido por una suspensión acuosa de ácidos policarboxílicos.¹⁶

El **vidrio** es un cristal en forma de fluoraluminosilicato, generalmente en forma de polvo, cuya principal propiedad es que al ser expuesto a un ácido acuoso, libera una gran cantidad de iones, típicamente Al y Ca, y posiblemente también Sr, La o Zn dependiendo de la composición.⁹

La composición del vidrio en los cementos de ionómero de vidrio varía según el fabricante, pero siempre contiene sílice, cal, alúmina y fluoruros. Bario, estroncio y otros óxidos metálicos de alto número atómico se añaden al vidrio para aumentar su radiopacidad.¹⁴

Su obtención se consigue calentando todos estos componentes de 1100°C a 1500°C, dependiendo de los materiales usados y la composición en total.^{14,17} Posteriormente se tritura, resultando un polvo cuyo tamaño medio de partícula es de 40 μ m para los

ionómeros de restauración y de 25 m para los ionómeros de cementado.¹⁷

Como segundo componente, encontramos el **poliácido**.⁹ Originalmente, se usó soluciones acuosas de ácido poliacrílico (alrededor de 40% al 50%), pero estos cementos requerían un largo periodo (10 – 30 minutos) para fraguar. Además, la solución acuosa aumentaba su viscosidad después de 10 semanas en almacenamiento, resultando en una vida útil corta debido a la gelación.¹⁸ Para mejorar estas dificultades en el almacenamiento, se introdujeron los copolímeros de ácido acrílico, ácido itacónico, ácido maleico y ácido fumárico.¹⁴

El ácido tartárico es un aditivo de control de velocidad en el líquido del ionómero que permite usar una mayor variedad de vidrios, mejora la manipulación, disminuye la viscosidad, alarga el tiempo de conservación antes de que ocurra la gelación del líquido, aumenta el tiempo de trabajo, y acorta el tiempo de fraguado.¹⁴

Por último, el **agua** es fundamental en la fórmula del cemento de ionómero de vidrio, ya que proporciona el medio para que se produzca la reacción ácido-base que induce el endurecimiento del material, y, al estar presente en el líquido, permite la ionización de los poliácidos (iones de hidrógeno y iones policarboxílicos (CO-O-)).^{15,17}

3.2.1.4. Reacción de fraguado

El cemento de ionómero de vidrio resulta de una reacción ácido-base en la que el ácido acrílico o sus copolímeros reaccionan con el polvo de vidrio, que actúa como base, formándose una matriz (sal) de policarboxilato y agua.^{18,19}

La reacción de fraguado tiene lugar en 3 pasos:

La descomposición del polvo

Durante esta etapa, la ionización del ácido policarboxílico libera protones (H^+) del grupo carboxilo ($COOH$).¹⁷ Estos protones atacan la superficie del vidrio, causando desintegración de la estructura de vidrio. Los protones inicialmente atacan al Ca^{2+} debido a su alto contenido alcalino, seguido del Al^{3+} .²⁰

El ataque continuo del vidrio produce la liberación de iones Al^{3+} , Ca^{2+} , Na^+ , F^- , $H_2PO_4^-$ entre otros.¹⁹

Gelación-precipitación de cationes y aniones

A medida que la reacción continúa, los iones de Ca^{2+} , Sr^{2+} y Al^{3+} migran del hidrogel de silica hacia la fase acuosa del cemento donde, al aumentar la concentración de cationes, el valor del pH de la fase acuosa aumenta, ocurriendo una mayor ionización del ácido carboxílico.²¹

Como resultado de un aumento de la ionización, los grupos carboxilato de las cadenas de polímero se cargan, se repelen entre

sí, se desenrollan y probablemente forman una configuración más lineal.²¹

En cuanto a los iones del vidrio, existe un entrecruzamiento de iones de Ca^{2+} y de Al^{3+} con 2 o 3 COO^- del polímero de policarboxilato, precipitando como polisales insolubles (específicamente como policarboxilatos).¹³ Parece que la difusión de estos cationes ejerce el efecto principal en la reacción de gelación del cemento.²¹

El Ca^{2+} se libera más rápidamente y al reaccionar con el polímero forma una matriz de policarboxilato de calcio que proporciona al cemento su fraguado inicial. Tiene lugar a los pocos minutos de la mezcla y confiere al ionómero apariencia de fraguado completo.¹⁷

El material final se compone de partículas de vidrio sin reaccionar rodeadas de la matriz de policarboxilato de calcio que contiene enlaces cruzados.²¹

Fase de maduración

Los iones de Al^{3+} de mayor valencia y peso molecular reaccionan más lentamente, formando sales en el interior de la matriz, consiguiendo así un endurecimiento progresivo hasta el fraguado completo. Esta segunda reacción se inicia entre los 5 y 30 minutos posteriores a su mezcla y termina generalmente a las 24 horas.¹⁷

La lenta reacción del aluminio es la responsable del efecto negativo que la humedad ejerce sobre los ionómeros durante su fraguado,

pero a la vez, al producir el mayor grado de entrecruzamiento molecular, produce una red más estable y resistente.¹⁷

La reacción continúa después del fraguado inicial y se produce un mayor grado de entrecruzamiento molecular, lo que produce una red más estable y resistente. Aunque mucha de esta resistencia se adquiere después de 24h, los valores de fuerza de adhesión junto con el módulo de Young continúan en aumento por unos meses más como resultado de la difusión de cationes hacia lugares ácidos.²¹

3.2.1.5. Principales propiedades

Los cementos de ionómero de vidrio son materiales dentales atractivos por tener ciertas propiedades que los hacen únicos como materiales de adhesión y restauración. Esto incluye su adhesión a estructuras dentarias y metales base, sus propiedades anticariogénicas debido a la liberación de flúor, compatibilidad térmica con el esmalte dentario y baja toxicidad.²²

Adhesión

Una de las más importantes características del ionómero de vidrio es su habilidad de adherirse al esmalte y dentina sin trabajar así como al hueso y a los metales.²³ Esta propiedad permite preparar cavidades conservadoras, ya que provee una unión mecánica perfecta sin la necesidad de remover tejido dentario sano.

La adhesión de ionómero a la superficie dentaria también provee un sellado perfecto, protegiendo la pulpa, eliminando caries secundaria

y protegiendo la microfiltración bacteriana entre el diente y el margen restaurador.²⁴

Estudios llevados a cabo por Wilson et al mostraron que durante la adsorción, se produce una interacción electrostática: los grupos carboxilo del poliacrilato entran a la capa externa de la hidroxiapatita, desplazando fosfato de la superficie de hidroxiapatita.²⁵ Los iones calcio son igualmente desplazados con los iones fosfato para mantener una neutralidad eléctrica. Esto conlleva al desarrollo de una capa rica en iones en el cemento que está fuertemente unida al diente.²⁵

El modo de adhesión a la dentina es cuestionable, ya que el mecanismo mencionado arriba está basado principalmente en la adhesión a la apatita. La dentina contiene alrededor de 20% de colágeno en peso. En general, se ha postulado que la ausencia de adhesión al colágeno explicaría la unión más débil a la dentina.²⁶

Como la unión a la apatita es el principal modo de adhesión, la fuerza de unión del ionómero al esmalte es mejor que a la dentina. Las fuerzas de unión de ionómeros convencional al esmalte sin tratar varía desde los 2.6-9.6 MPa. Las fuerzas de unión a la dentina es aproximadamente la mitad de la del esmalte y varía desde 1.1 – 4.5 MPa. Estos valores son relativamente bajos. Sin embargo estas fuerzas de unión son más una medida de la resistencia a la tracción del cemento en sí, ya que las fracturas usualmente son cohesivas

dentro del cemento, así que quedan residuos de ionómero adheridos al diente.²⁷

Biocompatibilidad

La biocompatibilidad está definida capacidad de un material de obtener una respuesta del huésped apropiada en una aplicación específica. Por ello la biocompatibilidad no es sólo una propiedad del material, sino más bien la habilidad de iniciar una respuesta adecuada del huésped y viceversa. Si esta respuesta es apropiada dependerá de la parte del cuerpo que ha sido colocada.²⁸

En su uso odontológico, los ionómeros de vidrio están formulados para satisfacer las necesidades de sus aplicaciones específicas, donde pueden ser utilizados como revestimientos, bases, cementación y materiales de restauración directa. Esto les obliga a estar en contacto directo con el esmalte, la dentina, pulpa y encías.²⁸

Se sugiere que los ionómeros de vidrio son poco irritantes para la pulpa y bien tolerados por los tejidos blandos debido a que éstos presentan ácidos débiles en su composición y polímeros con alto peso molecular (lo que limita la difusión a través de la dentina). Además hay que añadir que su pH es neutro y que su reacción de fraguado no es exotérmica.¹⁷

En general, los estudios han demostrado que los ionómero de vidrio tienen buena biocompatibilidad. Incluso cuando el tejido pulpar sano se ve expuesto, si bien se producirá una respuesta inflamatoria

severa durante unos 30 días aproximadamente, esta será totalmente reversible si hay ausencia de actividad bacteriana.¹⁷

Además, se ha demostrado que la citotoxicidad del ionómero de vidrio totalmente fraguado es mínima. Los primeros estudios muestran que estos cementos pueden causar alguna irritación leve cuando se utilizan como bases, pero no hay tales informes en la literatura más reciente.²⁹

Reacción de Polimerización.

La reacción de polimerización del cemento de vidrio ionómero produce cambios dimensionales insignificantes en el material. Es decir, la contracción de polimerización, aunque existente, es prácticamente nula.¹⁷

Sin embargo, el cemento de vidrio ionómero es un material muy sensible al desequilibrio hídrico en sus primeras fases de polimerización, lo cual, se complica al tener una reacción de fraguado tan prolongada. Por tanto, es imprescindible proteger al cemento, al menos durante 24 horas tras su aplicación, para evitar que se vea sometido a un exceso o defecto de agua, ya que esto produciría su disolución o resquebrajamiento respectivamente. La mayoría de los fabricantes proporcionan un barniz que, aplicado sobre el ionómero, intenta controlar el equilibrio cemento-agua, evitando así estos inconvenientes.¹⁷

Propiedades físico-químicas

La capacidad de un material dental para soportar las fuerzas mecánicas y desempeñarse eficazmente en el medio oral es probablemente una de las propiedades más importantes que determinan su excelencia física.

Dentro de las propiedades físicas del cemento ionómero de vidrio destacamos como positivas que su coeficiente de expansión térmica es el 0.8 de la estructura dentaria mientras que la difusión térmica es aproximadamente similar al de la dentina.¹⁷

También, la dureza aumenta con el tiempo, hasta incluso una semana después de su aplicación.¹⁷

Las normas ISO actuales requieren que los ionómeros de vidrio tengan una resistencia a la compresión mínima de 70 MPa si son usados como liner o base, y de 150 MPa si es usado como materiales de restauración directos. Hoy en día, las marcas modernas exceden los valores mínimos y tienen un rango de 220-300 MPa.³⁰

El ionómeros de vidrio se expande bajo condiciones de humedad y se contraen en entornos secos. Experimentan un pequeño cambio dimensional si fraguan en un entorno con humedad relativa de 80%.³¹

Los ionómeros luego de su aplicación, son menos resistentes a la abrasión que las resinas compuestas, pero su resistencia aumenta considerablemente conforme van madurando. Siempre que el material esté adecuadamente soportado y protegido, su resistencia a la abrasión será satisfactorio. Dado que la abrasión conlleva una pérdida de matriz, con el paso del tiempo aumenta la rugosidad superficial quedando expuestos los poros interiores.³²

Los ionómeros de vidrio pueden describirse como unos materiales moderadamente duros pero a la vez frágiles, con una relativamente alta resistencia a la compresión, pero baja resistencia a la fractura, fuerza a la flexión y resistencia al desgaste. Debido a esto, Se debe evitar su aplicación clínica en aquellas situaciones en las que la restauración tiene que soportar intensas cargas oclusales o flexiones.³²

El ionómero de vidrio es un material hidrófilo, y puede mantener sus propiedades adhesivas en presencia de humedad, siendo esta hidrofiliidad una propiedad relevante desde el punto de vista clínico.¹⁵ El agua tiene un rol importante en el cemento. Es el responsable del transporte de los cationes calcio y aluminio al poliácido. Si no hubiera suficiente agua debido a una deshidratación, la reacción anterior se detendría y como resultado se observaría agrietamiento en la superficie. En contraste, una contaminación excesiva de agua resultaría en pérdida de sustancia y todo esto podría afectar las propiedades físicas y pérdida de translucidez.³⁰

También, Fonseca en su estudio concluyó que deben evitarse las alteraciones en la proporción polvo-líquido debido a que esto puede disminuir la fuerza de tensión diametral y la radiodensidad del material.³³

3.2.4 Liberación y recarga de flúor

3.2.2.1 Flúor

La odontología clínica no puede negar el importante rol del flúor en el control de la caries, El flúor en medio oral ha probado ser remineralizante de los tejidos dentarios con el consecuente efecto cariostático.³⁴

El flúor puede actuar de distintas maneras: Inhibe el metabolismo de la bacteria que causa la caries e incrementa la resistencia del esmalte y la dentina debido a la remineralización de dentina y esmalte poroso o suavizado.²²

3.2.2.2 Aspectos biológicos de la liberación de flúor

El efecto antimicrobiano del flúor sobre las bacterias bucales y la formación de placa están bien documentados. Ha sido comprobado que una concentración millimolar de iones F⁻ en agua puede afectar una diversidad de actividades en diferentes tipos de células.³⁵

La actividad antimicrobiana del fluoruro está basada en la inhibición de la enzima glicolítica enolasa, que toma parte en la vía glicolítica. Se cree que el F⁻ inactiva la enzima al formar un complejo con el

Mg²⁺ que forma parte de la molécula de enolasa por lo que finalmente inhibe su actividad. Además, también tiene un efecto en la bioquímica de la bacteria al inhibir la fosfatasa que también es dependiente de Mg²⁺.³⁶

También hay algunos indicadores de que el F⁻ tiene generalmente un efecto adverso en el crecimiento bacteriano. Forss et al estuvieron investigando el efecto de F⁻ en *Streptococcus mutans* presentes en la placa bacteriana de ionómero de vidrio y resina. Sus estudios mostraron una disminución evidente en placa bacteriana de *S. mutans* que creció junto al ionómero de vidrio y a la resina tanto como la concentración de flúor liberado de estos materiales incrementó.³⁶

Diferentes estudios in vitro e in vivo han establecido el efecto inhibitorio del fluoruro en el crecimiento bacteriano.^{37, 38}

3.2.2.3 Efecto remineralizador del flúor

El flúor tiene un efecto en la remineralización de las superficies dentarias. Este proceso es complicado y se basa en la capacidad del flúor de disminuir la solubilidad de la apatita y de facilitar la cristalización del proceso de mineralización.³⁹ Además, el ión flúor es fácilmente intercambiado por el ion hidroxilo de la hidroxiapatita resultando en la formación de fluorapatita.¹⁹

Debido a la matriz porosa del diente, los iones F⁻ pueden ser incorporados dentro de la matriz. Esto hace que la matriz dentaria se torne más resistente al medio ácido (formación de fluorhidroxiapatita)

e impida la disolución de la estructura dentaria.⁴⁰ La fluorapatita no puede ser disuelta por los ácidos que tengan un pH mayor a 4.5.¹⁹

Durante la desmineralización, los iones F⁻ forman complejos de cristal CaF₂, que luego penetraran en la estructura dentaria durante la remineralización, sin embargo, todavía no es claro la concentración exacta del nivel de flúor necesario para producir un efecto antimicrobiano y eliminar la disolución de la estructura dentaria por el ácido láctico.⁴¹

Cury y Tenuta concluyeron que el flúor disminuye la progresión de la caries ya que interfiere con la dinámica del proceso, reduciendo la desmineralización del esmalte y aumentando su remineralización. Además de que la remineralización es activada por el flúor.⁴²

Evidencia reciente a partir de extensos estudios australianos indican que en el caso de caries en primeras molares permanentes, el efecto preventivo del flúor se da en su máximo grado cuando la incorporación del flúor se da pre-erupción y post-erupción.⁴³

3.2.2.4 Liberación de flúor del ionómero de vidrio

Los cementos de ionómero de vidrio presentan como una de sus principales ventajas la liberación de flúor. Esto sucede porque los iones de flúor quedan libres dentro de la estructura del ionómero y mediante un proceso de difusión pasan a los tejidos circundantes.¹⁷

El hecho de que los ionómeros de vidrio puedan liberar flúor sugiere que estos materiales presentan potencial como preventivos de la caries dental.³⁹

Fuente de Flúor

No es muy claro cómo y de donde proviene los iones fluoruro que llegan a la superficie del cemento, se cree que todo el flúor intrínseco debe provenir inicialmente del vidrio: El flúor del vidrio es liberado dentro de la matriz durante la reacción de fraguado. Un punto importante a tener en cuenta es que el flúor es liberado junto con el iones de sodio y calcio para mantener la neutralidad eléctrica del cemento, y debido a esta dependencia con otros iones, la cantidad de flúor liberado no puede ser determinada únicamente por la cantidad de flúor en el vidrio sin reaccionar.¹⁹

Mecanismo de liberación de flúor

Durante el fraguado del ionómero de vidrio los iones fluoruro surgen inicialmente de la superficie de las partículas de vidrio que luego quedan suspendidas en la matriz de silica-gel. Ya que los iones fluoruro no forman parte de la matriz, puede ocurrir un intercambio continuo de fluoruro dependiendo de la gradiente de fluoruro en el medio oral. Sin embargo, el mecanismo de liberación de flúor no se ha entendido por completo, aunque todas las investigaciones están de acuerdo en la cinética asociada con la liberación de flúor, la que indica que al menos 2 procesos ocurren de forma simultánea.¹⁹

Se ha dividido la liberación de flúor en 2 fases. Primero está la liberación inicial (hasta las 24 horas) de los iones flúor en la superficie del material de restauración, seguido de la liberación a largo plazo, pequeña pero duradera, que se da por medio de un proceso de difusión del resto del cemento.²¹

El proceso de difusión está asociado con la liberación a largo plazo del flúor. Esto se hace evidente en el estudio de Forsten, el cual mostró la existencia de una relación lineal entre la cantidad de fluoruro liberado y la raíz cuadrada del tiempo, lo que muestra la teoría de simple difusión. En otro estudio Williams y col, señalaron una relación entre el área de superficie y la cantidad de flúor liberado, lo que muestra la existencia de difusión. Aunque parece haber un mecanismo de erosión que completa la liberación de flúor ya que hay estudios que muestran un incremento en la liberación de flúor en medio ácido.¹⁹

Factores que afectan la liberación de Flúor

Generalmente, diversos factores pueden influenciar la liberación de iones flúor al medio bucal, Estos factores pueden ser la composición del vidrio y ácido polialquenoico, la proporción relativa de los constituyentes en la mezcla del ionómero, el proceso de mezclado y el medio donde es liberado.¹⁹

La cantidad de flúor liberado dependiendo del medio es un fenómeno interesante de observar debido que la cavidad oral posee un pH y una concentración de iones variados. Diferentes investigadores han

reportado un incremento del flúor liberado en medio ácido, debido a la erosión de la superficie. El incremento de flúor en un medio de pH bajo mejora las propiedades anticariogénicas del ionómero de vidrio convencional ya que el proceso carioso también disminuye el pH del medio alrededor del diente.¹⁹

Entre los diferentes medios usados para la liberación de flúor, la saliva artificial es importante debido a que brinda una simulación cercana del medio oral. Estudios in-vitro demostraron que la liberación de flúor en saliva artificial no era tan alta como en agua no ionizada o destilada, Esto está relacionado a la similitud en la distribución de iones, entre la saliva artificial, saliva e ionómero de vidrio, lo que causaba una baja gradiente de difusión, al contrario que la diferente distribución de iones entre agua no ionizada e ionómero de vidrio, lo que causaba una mayor gradiente de difusión.⁴⁴

3.2.2.5 Recarga de flúor

La propiedad de recarga de iones de flúor es un ejemplo del comportamiento inteligente del ionómero. Este fenómeno tiene lugar cuando una gran concentración de fluoruro es aplicado a la superficie del material, por ejemplo aplicaciones tópicas de flúor.⁴⁵

Esta propiedad del material restaurador depende de la permeabilidad y la frecuencia a la exposición de la fuente de fluoruro.⁴⁶ Se cree que si se expone a una fuente de flúor, la recarga del material restaurador será superficial, ya que la recarga ocurre rápidamente.⁴⁷

La recarga de flúor mantendría constante la cantidad de flúor liberado y puede aplicarse justo después que el fraguado del ionómero es completado. Esto produciría la rápida liberación inicial, sin embargo, después de 12 semanas el nivel de flúor será de un menor nivel que antes de la aplicación de flúor.⁴⁸

Hatibovic-Kofman Et al en 1997, han demostrado que frecuentes aplicaciones de soluciones fluoradas tópicas, rellenan los depósitos de flúor del ionómero, “recargándolo” y prolongando así su actividad.¹⁷

3.2.5 Revestimientos protectores

Debido a que el agua juega un papel clave en la correcta maduración del ionómero vítreo, la contaminación de agua y la deshidratación que ocurren durante los primeros estadíos del fraguado pueden comprometer las propiedades físicas de la restauración.²²

En un estudio por Gemalmaz y col se encontró que la fuerza mecánica disminuye en restauraciones de ionómero de vidrio contaminadas tempranamente con humedad, además que la superficie estaba propensa a la erosión y abrasión.⁴⁹

Para prevenir estos problemas, se recomienda estrictamente excluir el agua durante esta etapa vulnerable del fraguado, que aproximadamente dura desde 1 hora hasta 2 semanas después de la colocación.²²

Se han recomendado desde vaselina, mantequilla de cacao, adhesivos, barnices impermeables hasta incluso esmalte de uñas como recubrimientos de superficie adecuados para los ionómeros vítreos.²²

Fátima y col en su investigación, concluyeron que los valores de microdureza de la superficie disminuyen considerablemente al compararlas con las muestras protegidas con revestimientos de superficie. Pero esto también depende del tipo de revestimiento que se use: en el caso de la vaselina, los investigadores no encontraron diferencia significativa al usarlos con ionómeros convencionales, pero sí al usarlos con IVMR. Finalmente ellos justifican al esmalte de uñas como el mejor revestimiento ya que éste forma un film que se adhiere rápidamente a la superficie.⁵⁰

Otro estudio, en el cual se compara a la parafina con la vaselina como agentes de revestimiento para proteger el ionómero de vidrio, concluye que la protección brindada por la vaselina es pobre, ya que al compararlo con la microdureza del ionómero de vidrio sin protección, se obtienen resultados similares.⁵¹

Se debe tener en cuenta que no sólo los revestimientos protectores afectan la microdureza del ionómero de vidrio, sino también el tipo de ionómero de vidrio y el tiempo de almacenaje.⁵²

También, Cerqueira y col reportaron que el esmalte de uñas y el barniz resinoso eran los mejores protectores de superficie al mantener la dureza del ionómero convencional y del IVMR.⁵³

Entre todos estos recubrimientos, los recubrimientos de resina fotopolimerizable han sido considerados los más óptimos ya que estos materiales son capaces de limitar el movimiento de agua a través de la superficie del cemento.²²

También es importante verificar cual es el barniz apropiado para cada ionómero, ya que ciertos barnices pueden mejorar las propiedades de unos ionómeros, pero no de otros.⁵⁴

En cuanto a la rugosidad de la superficie de la restauración, Pacifici señala que los revestimientos protectores no afectan la rugosidad superficial de los ionómeros de vidrio.⁵⁵

3.6 Definición de términos

Revestimientos Protectores Materiales que se usan en la superficie de la restauración con ionómero de vidrio para evitar la contaminación de agua y la deshidratación que ocurren durante las primeras etapas del fraguado.

Fluoruro En disolución acuosa, el flúor se presenta normalmente en forma de ion fluoruro, F⁻. Los fluoruros son compuestos en los que el ion fluoruro se combina con algún resto cargado positivamente.

ppm Unidad de medida con la que se evalúa la concentración. Se refiere a la cantidad de unidades de una determinada sustancia (solute) que hay por cada millón de unidades del conjunto (solución), lo cual es muy útil cuando se tienen soluciones muy diluidas.

3.7 Hipótesis

El uso de los revestimientos protectores en el ionómero de vidrio convencional tipo II disminuirá la cantidad de flúor liberado.

3.8 Operacionalización de variables

Variable	Definición	Dimensión	Indicador	Valor	Escala
Independiente Revestimientos protectores	Materiales que se usan en la superficie de la restauración con ionómero de vidrio.	- Clase de revestimiento protector	Tipo de revestimiento	- Vaselina - Adhesivo	Nominal
Dependiente Liberación de flúor	Iones de flúor liberados cuando se da la reacción ácido-base del ionómero de vidrio.	- Concentración de F-liberado	Potenciómetro específico para iones flúor	0 a “x” ppm	Razón
Interviniente Tiempo	Cantidad de días desde que la muestra de ionómero se coloca en agua	- Número de días del ionómero en agua	Día que se toma la medición	- Día 1 - Día 3 - Día 7 - Día 15	Ordinal

IV. METODOLOGÍA

4.1 Tipo de investigación

Las características de esta investigación y de acuerdo a los objetivos planteados determinan un estudio de tipo experimental, prospectivo y longitudinal.

- **Experimental**, ya que se manipulará las variables para la determinación posterior del efecto.
- **Prospectivo**, ya que tiene un inicio y un final, considerando la recolección de datos como punto inicial de la investigación.
- **Longitudinal** ya que se va a realizar varios controles o intervenciones en el tiempo.

4.2 Población y muestra

Población: bloques de ionómero de vidrio convencional tipo II

Tamaño total de la muestra: Se conformó una muestra intencional de 9 bloques cilíndricos de 12mm de diámetro por 2.5mm de espesor, los cuales fueron elaborados a base de un ionómero de vidrio convencional Fuji II color 22(GC).

Unidad de muestreo: Discos de ionómero.

Tipo de muestra: No probabilístico por conveniencia.

4.3 Procedimientos y técnica

Se utilizaron los siguientes materiales experimentales: ionómero de vidrio convencional Fuji II color 22 (GC), adhesivo Prime & Bond 2.1 (Dentsply), vaselina (Reuter).

Elaboración de las muestras

- a) La preparación de los 9 bloques cilíndricos de ionómero de vidrio se realizaron en una sola sesión.
- b) El molde empleado para confeccionar los bloques fue un tubo plástico de jeringa 15mL (Alkhofar) de 12 mm de diámetro por 2.5 mm de espesor, el cual luego fue colocado en un cuadrado de acetato (papel transparencia) sobre una base de vidrio (platina de vidrio).
- c) El ionómero Fuji II se mezcló manualmente de acuerdo a las instrucciones del fabricante, en una proporción de 6:6
- d) Después de mezclado, se procedió a llenar de manera cuidadosa el molde con el material correspondiente, evitando la inclusión de burbujas de aire y luego fueron cubiertos con una platina de vidrio previamente forrada con acetato. Se eliminaron los excesos ejerciendo presión con las platinas de vidrio por 4 minutos.
- e) Después de 6 minutos desde su confección (el tiempo de fraguado fue establecido siguiendo las instrucciones del fabricante), se retiraron las placas de vidrio con el acetato.
- f) El bloque cilíndrico fue retirado del molde plástico y se procedió a realizar 8 muestras más siguiendo los mismos pasos (c, d, e).
- g) Luego las muestras fueron colocadas en 3 grupos de 3 muestras cada uno de forma aleatoria, como se explica a continuación:

GRUPO CONTROL

GRUPO I – SIN REVESTIMIENTO	Ionómero de vidrio convencional (3)
-----------------------------	-------------------------------------

GRUPOS EXPERIMENTALES

GRUPO II – VASELINA	Ionómero de vidrio convencional recubierto con vaselina (3)
GRUPO III – ADHESIVO	Ionómero de vidrio convencional recubierto con adhesivo (3)

- h) Se aplicaron los revestimientos en las muestras que lo requirieron, para lo cual se utilizó un brush. Se tuvo cuidado en cubrir toda la superficie, por lo que se aplicó el revestimiento 2 veces.
- i) El grupo con revestimiento de adhesivo (Prime & Bond 2.1, Dentsply) fueron fotopolimerizados con lámpara LED N° D10100486B (LED.D, Woodpecker) con una intensidad lumínica de 500 mW/cm² durante 40 segundos.
- j) El grupo con revestimiento de vaselina (Reuter) fueron secados con suaves chorros de aire.

Almacenamiento de las muestras

- a) Los discos se colocaron individualmente en envases de plástico con contenido de agua destilada (20 mL); y se procedió a codificarlos (ANEXO 1): Se enumeró cada muestra colocando el grupo al que pertenecieron, los días transcurridos desde su confección y se colocó el código con plumón rojo indeleble en el envase plástico.
- b) Todos los envases que fueron examinados se colocaron en una incubadora a 37°C por 24 horas.
- c) Después de ese tiempo, las muestras fueron retiradas de los envases usando una pinza cubierta de esmalte de uñas (para prevenir contaminación

a partir del metal) y fueron lavadas con 2 mL de agua destilada sobre la botella original.

- d) Las muestras luego fueron secadas por 3 minutos en papel absorbente y fueron transferidas a nuevos envases con agua destilada.
- e) El agua destilada fue cambiado en fechas establecidas: 1 día, a los 2 días, a los 3 días, a los 6 días, a los 7 días, a los 14 días y a los 15 días
- f) Las muestras volvieron a ser colocadas en la incubadora durante el tiempo que duró el estudio (15 días), y sólo fueron sacadas cada vez que se requirió cambiar el agua.
- g) La liberación de flúor fue medida en los frascos de 1 día, 3 días, 7 días y 15 días.

Determinación potenciométrica de F^-

- a) La medición del flúor se da de manera similar al de cualquier potenciómetro tradicional; es decir se realiza una calibración de la lectura del voltaje.
- b) Se procedió a preparar el electrodo de trabajo, para lo cual se renovó la solución de llenado del electrodo interno de referencia (una solución de KCl 4M saturado con AgCl), y la membrana del electrodo se mantuvo en una solución de NAF 0,01M para activar la membrana.
- c) Se procedió a realizar la curva de calibración. Para calcular el rango lineal, se preparó diluciones del ion fluoruro a partir de la solución estándar de fluoruro de 1000 ppm (rotulada como estándar 1); para ello se midió 10 mL de la solución estándar de fluoruro, se transfirió a una fiola de 100 mL de plástico y se enrasó con agua destilada (estándar 2). Luego se midió 10 mL del estándar 2, se transfirió a una fiola de 100 mL de plástico y se enrasó con agua destilada. Se repitió el procedimiento hasta obtener 3 estándares más.

- d) Se midió 15 mL de TISAB, e transfirió a un vaso de 50 mL, se añadió 15 mL del estándar diluido, se agitó e introdujo el electrodo combinado selectivo para iones fluoruro y se midió el potencial en mV. Se hizo lo mismo con los demás estándares
- e) Se registró los potenciales obtenidos para cada estándar y se construyó una tabla de concentración (ppm F-) vs potencial (mV). Luego se calculó la pendiente de la región lineal obtenida.
- f) La verificación del aparato se determinó mediante el control de la pendiente obtenida, en este procedimiento se obtuvo una pendiente de 58 mV por cada 10 unidades de concentración.

Medición de la concentración de F- liberado

- a) La cantidad liberada de flúor fue determinada después colocar en un nuevo envase 15 mL de la solución a medir y aplicarle 15 mL de solución buffer (TISAB).
- b) Para la determinación de la concentración de fluoruro se utilizó un electrodo específico para iones fluoruro, siendo esta la metodología más adecuada actualmente. En el actual procedimiento se usó el electrodo ión selectivo específico para fluoruro (electrodo combinado de fluoruro, Marca Orion, (Model9609BNWP) y un potenciómetro (pH metro OAKTON, modelo pH 700).
- c) La lectura realizada por medio de los electrodos se reemplazó en la formula indicada según la curva de calibración y así se obtuvo la concentración total en ppm.

4.4 Procedimientos de datos

Los valores de la concentración de flúor en ppm obtenidos fueron transcritos en una ficha elaborada para este estudio (ANEXO 3). En esta tabla se colocaron los 3 grupos a estudiar que son el adhesivo (Prime & bond 2.1), la vaselina (Reuter), y el grupo control; con los número de muestra correspondientes de cada una, enumeradas del 1 al 9 y al costado de cada una se colocó las concentraciones de flúor por cada día medido.

4.5 Análisis de resultado

Los datos obtenidos fueron procesados mediante métodos estadísticos con el Programa SPSS 17.0. Se realizaron cálculos de Media y Desviación Estándar. Para determinar la diferencia de concentraciones de flúor de cada revestimiento se usó la prueba t-student para muestras relacionadas. Se usó la prueba de ANOVA de un factor por cada periodo de tiempo para determinar si es que existía una diferencia estadísticamente significativa entre las concentraciones de flúor en los diferentes grupos. Para determinar las diferencias individuales se usó la prueba de comparaciones múltiples de Tukey. El nivel de significancia fue de $p=0.05$.

V. RESULTADO

Concentración de flúor liberado (ppm) del ionómero de vidrio

Los resultados demuestran que el grupo control tuvo concentraciones de flúor con promedios de 8,14 ppm para el día 1, 1,47 ppm para el día 3, 0,78 ppm para el día 7 y 0,50 ppm para el día 15. En el grupo del revestimiento vaselina, se observó un promedio de 5,23 ppm para el día 1, 0,62 ppm para el día 3, 0,31 ppm para el día 7 y 0,13 ppm para el día 15. En el grupo adhesivo, se presentó un promedio de 1,37 ppm para el día 1, 0,25 ppm para el día 3, 0,06 ppm para el día 7 y 0,03 ppm para el día 15.

Se presenta en el Cuadro 5.1 la concentración de flúor liberado de los 3 grupos durante el periodo de 15 días. Se muestran los valores de la media y desviación estándar.

Cuadro 5.1. Concentración de flúor liberado (ppm) de los 3 grupos durante el periodo de 15 días

grupo	día 1	día 3	día 7	día 15
	media \pm desv. estándar	media \pm desv. estándar	media \pm desv. estándar	media \pm desv. estándar
control	8,14 \pm 0,80	1,47 \pm 0,16	0,78 \pm 0,04	0,50 \pm 0,07
vaselina	5,23 \pm 1,07	0,62 \pm 0,11	0,31 \pm 0,12	0,13 \pm 0,06
adhesivo	1,37 \pm 1,05	0,25 \pm 0,18	0,06 \pm 0,05	0,03 \pm 0,02

Prueba de normalidad y homogeneidad de varianzas para realizar pruebas paramétricas

Antes de realizar las pruebas paramétricas para evaluar la veracidad de la hipótesis, se estableció la normalidad en la distribución de los datos realizándose la prueba de Shaphiro-Wilk (Cuadro 5.2). Se obtuvo una que 11 de los 12 grupos presentan una distribución normal. Se realizó la prueba de Levene para evaluar la igualdad de las varianzas en cada periodo de tiempo, cuyo resultado permitió aceptar el supuesto de homogeneidad de las varianzas (Cuadro 5.3).

Cuadro 5.2. Pruebas para establecer normalidad en la distribución de datos

tiempo	revestimiento	SHAPIRO-WILK		
		Estadístico	gl	p
Día 1	control	0,991	3	0,821
	vaselina	0,906	3	0,406
	adhesivo	0,989	3	0,799
Día 3	control	0,988	3	0,794
	vaselina	0,789	3	0,089
	adhesivo	0,978	3	0,719
Día 7	control	0,855	3	0,253
	vaselina	0,991	3	0,817
	adhesivo	0,996	3	0,878
Día 15	control	0,953	3	0,583
	vaselina	0,818	3	0,157
	adhesivo	0,750	3	0,000

Cuadro 5.3. Prueba para establecer homogeneidad de varianzas

tiempo	Estadístico de Levene	p
día 1	0.221	0,808
día 3	0.309	0,745
día 7	1.936	0,225
día 15	1.434	0,310

Comparación en los cambios de concentración de flúor liberado (ppm) del grupo revestimiento control desde el día 1 hasta el día 15

Se realizó la prueba t-student para muestras relacionadas para determinar si existe variación en la concentración de flúor liberado por el grupo control en cada periodo de tiempo (Cuadro 5.4). El grupo control presentó una mayor liberación en el día 1, la cual disminuyó marcadamente y de forma significativa en comparación del día 3, y siguió disminuyendo de forma gradual y significativa para el día 7 y 15. Se observó que existen diferencias estadísticamente significativas en la concentración de flúor liberado para cada periodo de tiempo.

Se presenta según modelos lineales generalizados la ecuación logarítmica del modelo: $\log(\text{ppm}) = -0.7198 + 2.8646 / \text{días}$, con un coeficiente de determinación de 0,988, lo que indica que este modelo se ajusta en un 98% a los datos que tenemos (Fig 5.1).

Cuadro 5.4. Comparación de flúor liberado por el grupo control el día 1, día 3, día 7 y día 15

		Diferencia de medias	t	valor p
Par 1	dia1 - dia3	6,67	16,35	0,004*
Par 2	dia1 - dia7	7,36	15,33	0,004*
Par 3	dia1 - dia15	7,64	17,94	0,003*
Par 4	dia3 - dia7	0,69	7,23	0,019*
Par 5	dia3 - dia15	0,97	14,03	0,005*
Par 6	dia7 - dia15	0,28	5,08	0,037*

*Prueba t-student de muestras relacionadas. $p < 0,05$ significativo

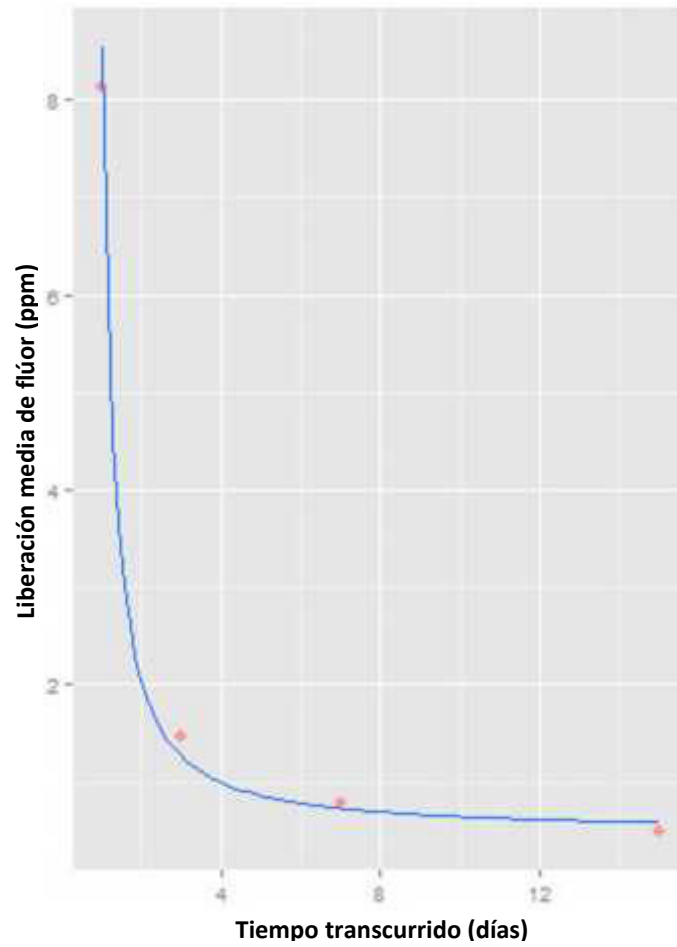


Fig 5.1 Liberación media de flúor (en ppm) del ionómero de vidrio convencional sin revestimiento protector en diferentes días

Comparación en los cambios de concentración de flúor liberado (ppm) del grupo revestimiento vaselina desde el día 1 hasta el día 15

Se realizó la prueba t-student para muestras relacionadas para determinar si existe variación en la concentración de flúor liberado por el grupo vaselina en cada periodo de tiempo (Cuadro 5.5). El grupo vaselina presentó una mayor liberación en el día 1, la cual disminuyó de forma significativa en comparación del día 3, y siguió disminuyendo de forma gradual y significativa para el día 7 y 15. Se observó que existen diferencias estadísticamente significativas en la concentración de flúor liberado para cada periodo de tiempo.

Se presenta según modelos lineales generalizados la ecuación logarítmica del modelo: $\log(\text{ppm}) = -1.9184 + 3.6547 / \text{días}$, con un coeficiente de determinación de 0,968, lo que indica que este modelo se ajusta en un 96% a los datos que tenemos (Fig 5.2).

Cuadro 5.5 Comparación de flúor liberado por el grupo vaselina el día 1, día 3, día 7 y día 15

		Diferencia de medias	t	valor p
Par 1	dia1 - dia3	4,60	6,82	0,021*
Par 2	dia1 - dia7	4,91	7,40	0,018*
Par 3	dia1 - dia15	5,10	8,09	0,015*
Par 4	dia3 - dia7	0,31	8,19	0,015*
Par 5	dia3 - dia15	0,49	10,05	0,010*
Par 6	dia7 - dia15	0,18	4,77	0,041*

*Prueba t-student de muestras relacionadas. $p < 0,05$ significativo

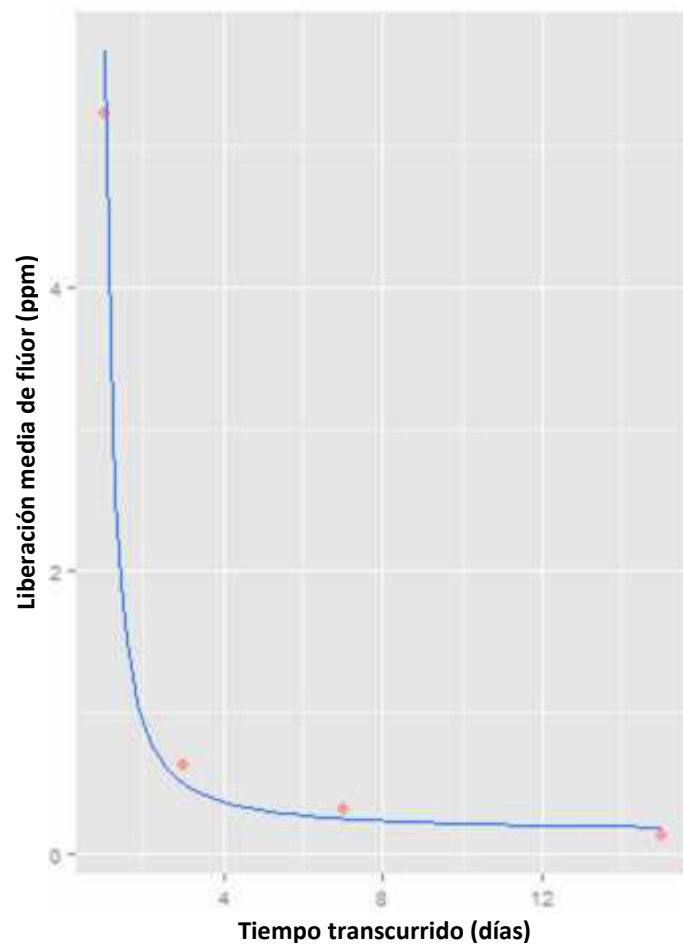


Fig 5.2. Liberación media de flúor (en ppm) del ionómero de vidrio convencional con vaselina en diferentes días

Comparación en los cambios de concentración de flúor liberado (ppm) del grupo revestimiento adhesivo desde el día 1 hasta el día 15

Se realizó la prueba t-student para muestras relacionadas para determinar si existe variación en la concentración de flúor liberado por el grupo adhesivo en cada periodo de tiempo (Cuadro 5.6). El grupo adhesivo presenta una liberación mayor en el día 1 a comparación del día 3, día 7 y día 15, pero no existen diferencias significativas en ninguno de los periodos de tiempo.

Se presenta según modelos lineales generalizados la ecuación logarítmica del modelo: $\log(\text{ppm}) = 0.2322 + -1.4464 \log(\text{dias})$, con un coeficiente de determinación de 0,984, lo que indica que este modelo se ajusta en un 96% a los datos que tenemos (Fig 5.3).

Cuadro 5.6 Comparación de flúor liberado por el grupo adhesivo el día 1, día 3, día 7 y día 15

		Diferencia de medias	t	valor p
Par 1	dia1 - dia3	1,12	2,21	0,158
Par 2	dia1 - dia7	1,31	2,27	0,152
Par 3	dia1 - dia15	1,34	2,28	0,151
Par 4	dia3 - dia7	0,19	2,54	0,127
Par 5	dia3 - dia15	0,22	2,49	0,130
Par 6	dia7 - dia15	0,03	1,96	0,188

*Prueba t-student de muestras relacionadas. $p < 0,05$ significativo

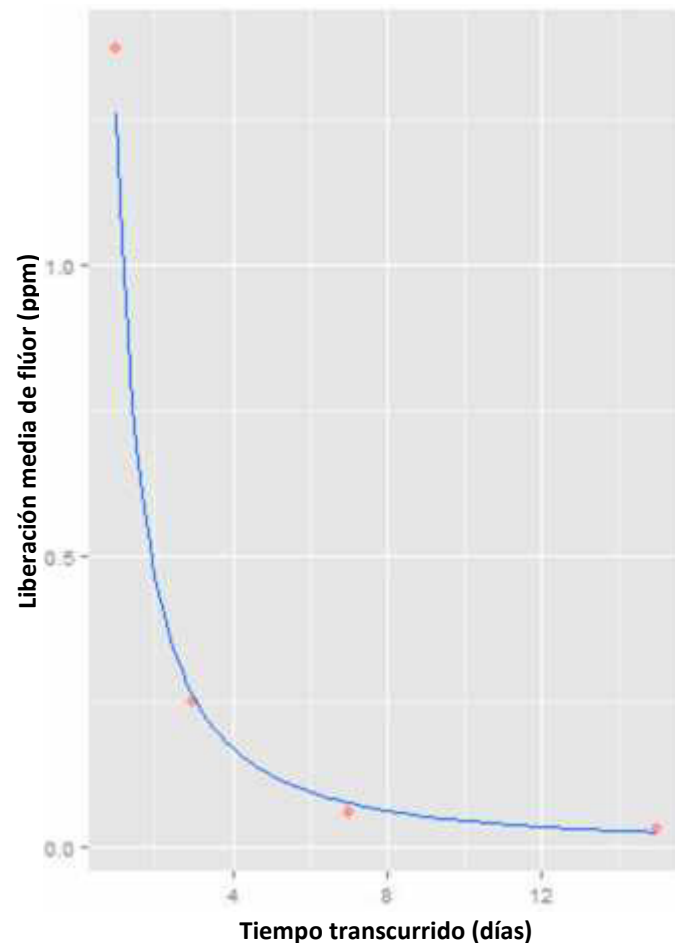


Fig 5.3. Liberación media de flúor (en ppm) del ionómero de vidrio convencional con adhesivo en diferentes días

Comparación de flúor liberado (ppm) por el ionómero de vidrio en el día 1

Se observa en el cuadro 5.7 el promedio de flúor liberado por cada grupo revestimiento en el día 1. Resultados del ANOVA demuestra que existe diferencia significativa entre los 3 grupos de revestimientos protectores ($p < 0,05$). En el contraste de comparaciones múltiples se usó la prueba de Tukey (post-hoc) como se aprecia en el cuadro 5.8, existiendo diferencia significativa entre la concentración liberada por grupo control al compararlo con el grupo vaselina, también existe diferencia significativa entre la concentración liberada por el grupo control al compararlo con el grupo adhesivo. Existe diferencia significativa entre las concentraciones liberadas por el grupo vaselina y adhesivo. La fig 5.4 muestra una liberación de flúor significativamente mayor en el grupo control siguiendo en orden la vaselina y finalmente el adhesivo.

Cuadro 5.7 Comparación de flúor liberado del ionómero de vidrio en el día 1

grupo	n	media	desviación estándar	valor p
control	3	8,14	0,80	0,000*
vaselina	3	5,23	1,07	
adhesivo	3	1,37	1,05	

*ANOVA de un factor. $p < 0,05$ significativo

Cuadro 5.8. Comparaciones múltiples de flúor liberado del ionómero de vidrio entre cada uno de los revestimientos en el día 1

(I) revestimiento	(J) revestimiento	diferencia de medias (I-J)	valor p
control	vaselina	2,91	0,025*
control	adhesivo	6,77	0,000*
vaselina	adhesivo	3,86	0,007*

*Prueba de Tukey. $p < 0,05$ significativo

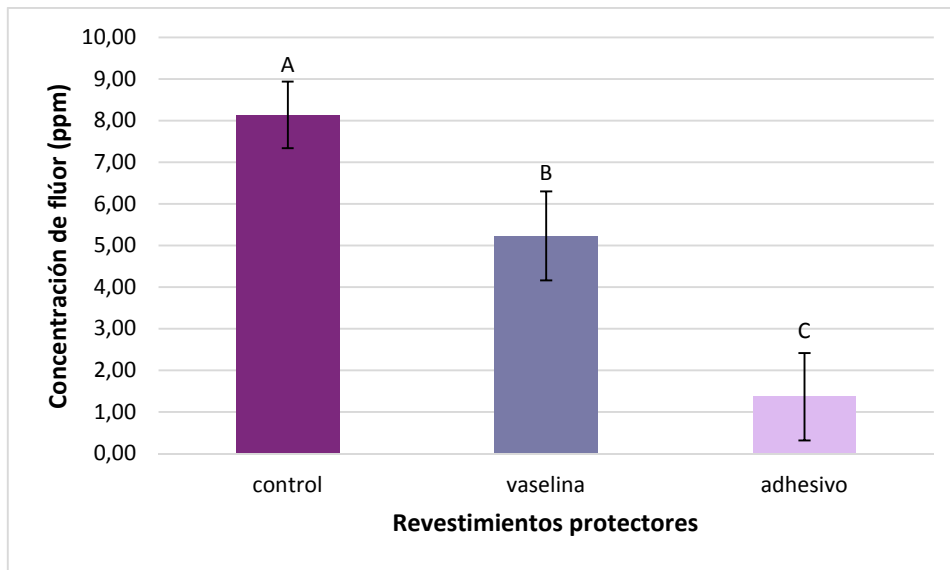


Fig 5.4. Comparación de la concentración de flúor liberado (ppm) de los diferentes revestimientos protectores en el día 1

Comparación de flúor liberado (ppm) por el ionómero de vidrio en el día 3

Se observa en el cuadro 5.9 el promedio de flúor liberado por cada grupo revestimiento en el día 3. Resultados del ANOVA demuestra que existe diferencia significativa entre los 3 grupos de revestimientos protectores ($p < 0,05$). En el contraste de comparaciones múltiples se usó la prueba de Tukey (post-hoc) como se aprecia en el cuadro 5.10, existiendo diferencia significativa entre la concentración liberada por grupo control al compararlo con el grupo vaselina, también existe diferencia significativa entre la concentración liberada por el grupo control al compararlo con el grupo adhesivo. No existe diferencia significativa entre las concentraciones liberadas por el grupo vaselina y adhesivo. Se observa en la Fig 5.5 una mayor liberación de flúor del grupo control siguiendo en orden la vaselina y finalmente el adhesivo, con diferencias estadísticamente significativas entre el grupo control-vaselina y control-adhesivo.

Cuadro 5.9. Comparación de flúor liberado del ionómero de vidrio en el día 3

grupo	n	media	desviación estándar	valor p
control	3	1,47	0,16	0,000*
vaselina	3	0,62	0,11	
adhesivo	3	0,25	0,18	

*ANOVA de un factor. $p < 0,05$ significativo

Cuadro 5.10. Comparaciones múltiples de flúor liberado del ionómero de vidrio entre cada uno de los revestimientos en el día 3

(I) revestimiento	(J) revestimiento	diferencia de medias (I-J)	valor p
control	vaselina	0,84	0,001*
control	adhesivo	1,22	0,000*
vaselina	adhesivo	0,37	0,053

*Prueba de Tukey. $p < 0,05$ significativo

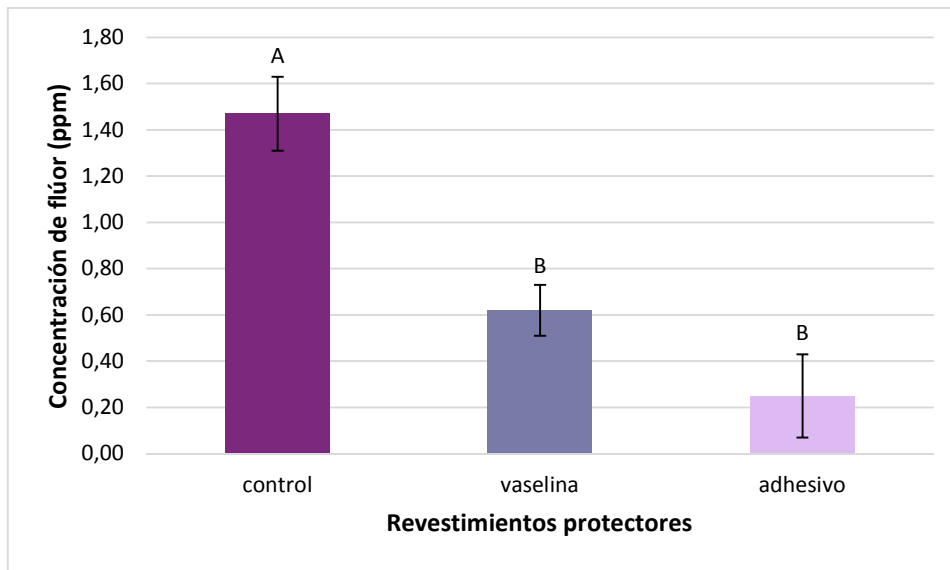


Fig 5.5. Comparación de la concentración de flúor liberado (ppm) de los diferentes revestimientos protectores en el día 3

Comparación de flúor liberado (ppm) por el ionómero de vidrio en el día 7

Se observa en el cuadro 5.11 el promedio de flúor liberado por cada grupo revestimiento en el día 7. Resultados del ANOVA demuestra que existe diferencia significativa entre los 3 grupos de revestimientos protectores ($p < 0,05$). En el contraste de comparaciones múltiples se usó la prueba de Tukey (post-hoc) como se aprecia en el cuadro 5.12, existiendo diferencia significativa entre la concentración liberada por grupo control al compararlo con el grupo vaselina, también existe diferencia significativa entre la concentración liberada por el grupo control al compararlo con el grupo adhesivo. Existe diferencia significativa entre las concentraciones liberadas por el grupo vaselina y adhesivo. Según la Fig 5.6 se observa una mayor liberación de flúor del grupo control siguiendo en orden la vaselina y finalmente el adhesivo, con diferencias significativas entre todos los grupos.

Cuadro 5.11. Comparación de flúor liberado del ionómero de vidrio en el día 7

grupo	n	media	desviación estándar	valor p
control	3	0,78	0,04	0,000*
vaselina	3	0,31	0,12	
adhesivo	3	0,06	0,05	

*ANOVA de un factor. $p < 0,05$ significativo

Cuadro 5.12. Comparaciones múltiples de flúor liberado del ionómero de vidrio entre cada uno de los revestimientos en el día 7

(I) revestimiento	(J) revestimiento	diferencia de medias (I-J)	valor p
control	vaselina	0,47	0,001*
control	adhesivo	0,72	0,000*
vaselina	adhesivo	0,26	0,016*

*Prueba de Tukey. $p < 0,05$ significativo

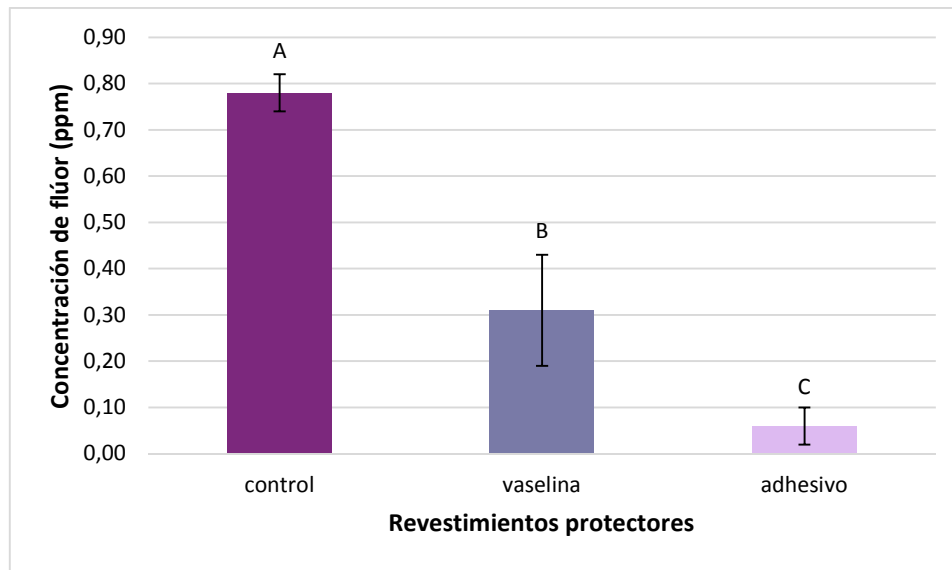


Fig 5.6. Comparación de la concentración de flúor liberado (ppm) de los diferentes revestimientos protectores en el día 7

Comparación de flúor liberado (ppm) por el ionómero de vidrio en el día 15

Se observa en el cuadro 5.13 el promedio de flúor liberado por cada grupo revestimiento en el día 15. Resultados del ANOVA demuestra que existe diferencia significativa entre los 3 grupos de revestimientos protectores ($p < 0,05$). En el contraste de comparaciones múltiples se usó la prueba de Tukey (post-hoc) como se aprecia en el cuadro 5.14, y se observa que existe diferencia significativa entre la concentración liberada por grupo control al compararlo con el grupo vaselina, y también al compararlo con el grupo adhesivo. No existe diferencia significativa entre las concentraciones liberadas por el grupo vaselina y adhesivo. Según la Fig 5.7 Se observa una mayor liberación de flúor del grupo control siguiendo en orden la vaselina y finalmente el adhesivo.

Cuadro 5.13. Comparación de flúor liberado del ionómero de vidrio en el día 15

grupo	n	media	desviación estándar	valor p
control	3	0,50	0,07	0,000*
vaselina	3	0,13	0,06	
adhesivo	3	0,03	0,02	

*ANOVA de un factor. $p < 0,05$ significativo

Cuadro 5.14. Comparaciones múltiples de flúor liberado del ionómero de vidrio entre cada uno de los revestimientos en el día 15

(I) revestimiento	(J) revestimiento	diferencia de medias (I-J)	valor p
control	vaselina	0,37	0,000*
control	adhesivo	0,47	0,000*
vaselina	adhesivo	0,10	0,129

*Prueba de Tukey. $p < 0,05$ significativo

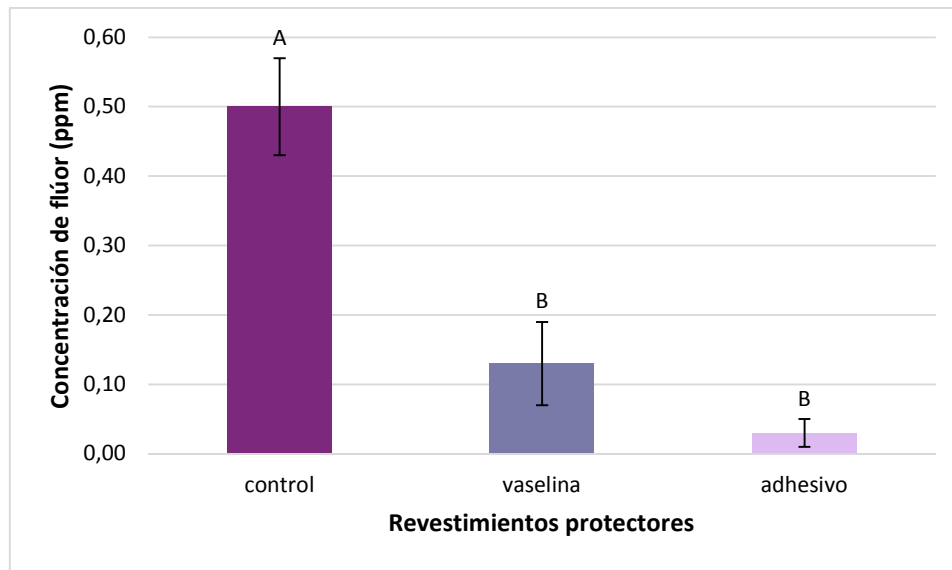


Fig 5.7. Comparación de la concentración de flúor liberado (ppm) de los diferentes revestimientos protectores en el día 15

VI. DISCUSIÓN

Fátima, Cerqueira, Kato, entre otros, han sugerido el uso de revestimientos protectores para contrarrestar el inconveniente de que el ionómero de vidrio sufra contaminación por la humedad y desecación durante su etapa de fraguado inicial.^{50,53,54} Teniendo como base estos estudios, la presente investigación estudió la influencia de los revestimientos Prime&Bond2.1 y vaselina en la propiedad de liberación de flúor.

Se elaboró especímenes de ionómero de vidrio usando una matriz plástica, tal como lo hicieron Wang y Basso en sus estudios.^{8,6} Después de colocar el ionómero, se aplicó una presión uniforme para eliminar el exceso de material como lo muestran los estudios antes mencionados. Wang, Tiwari, Kamathan, entre otros investigadores,^{1,2,3,4,5,6,7,8} han usado el método del electrodo selectivo de ion fluoruro para evaluar la concentración de iones fluoruro liberados, y actualmente este método es el más usado por ser versátil, preciso, sensible en un amplio rango de concentraciones y tener la capacidad de medir el flúor en una variedad de soluciones.⁵ Estos estudios sirvieron de referencia para elaborar esta investigación.

En el presente estudio, se observa que la liberación de flúor por el grupo sin revestimiento sigue un patrón de liberación donde la mayor cantidad de flúor se libera en el 1er día (pico de liberación) seguido de una disminución gradual en los siguientes días. Este resultado es similar al encontrado en los estudios de Wang, Tiwari, Kamathan, Kishore, Delgado, Dionysopoulos y Basso donde la mayor liberación de fluoruro se dio dentro de las primeras 24 horas,^{1,2,3,4,5,6,8} y que para el tercer día disminuyó de forma marcada, y siguió disminuyendo de forma gradual hasta el día 15.^{1,2,4,6,8} Destaca mencionar que Tiwari encontró diferencias estadísticamente significativas en los intervalos de días 1-7, 1-14 y 7-14; y que Basso encontró

diferencias estadísticamente significativas en los intervalos de días 1-7 y 1-14, resultados similares a los encontrados en este estudio, lo que sugiere que la disminución se da de manera gradual y de manera significativa.^{5,6}

También se observa que al aplicar revestimiento vaselina el patrón de liberación de flúor es similar al patrón de liberación del grupo control, teniendo la mayor liberación el primer día y disminuyendo significativamente en los días posteriores; estos resultados son congruentes con los hallados en el estudio de Khamathan, donde el pico de liberación de flúor se da dentro del primer día y es seguido por una elución prolongada.³ Por otro lado, en el estudio de Kishore la mayor liberación de flúor en el grupo vaselina se da en el segundo día, hecho que el autor atribuye se debe a la disolución de la vaselina después de 24 horas.¹

Sin embargo el grupo adhesivo, si bien presenta una liberación de flúor mayor el día 1 comparado con los otros días, las diferencias entre el día 1 y los otros días no son significativas de acuerdo al presente estudio. Al comparar estos resultados con otros estudios que evaluaron el patrón de liberación de flúor de ionómeros de vidrio protegidos con un revestimiento protector adhesivo^{1,3,5,8} se observa un patrón similar de liberación, donde el primer día presenta una mayor liberación en comparación de otros días. Es importante destacar que el estudio de Tiwari⁵ encontró diferencia significativa entre la concentración de flúor liberado del día 1 en comparación con otros días, resultado diferente al del presente estudio. Esto puede deberse a que la metodología aplicada se basó en la usada por Khamatham³ donde las muestras fueron colocadas en el frasco y no suspendidas con hilo⁵, lo que proporciona una menor área expuesta, y según la literatura, la cantidad de flúor liberado está directamente relacionada con la extensión de la superficie expuesta.

Al comparar la concentración de flúor liberado entre diferentes revestimientos, Kishore y Kamathan encontraron, de manera similar a este estudio, que la aplicación de vaselina afecta de manera negativa la propiedad de liberación de flúor del ionómero (impide la adecuada liberación de flúor). Esto se debe a que la vaselina está asociada con una reducción en el movimiento de agua, y probablemente bloquee de manera parcial la liberación del flúor en la superficie.^{1,3}

En cuanto a los resultados obtenidos al comparar los grupos control y adhesivo, se observa que los resultados obtenidos en el presente estudio son comparables con el estudio realizado por Wang y col, quienes evaluaron la influencia del Prime&Bond2.1 sobre la liberación de flúor de un ionómero de vidrio modificado con resina (IVMR), y concluyeron que este adhesivo afecta la propiedad de liberación del IVMR al disminuir significativamente la concentración de flúor liberado, indicando que las propiedades de este agente adhesivo puede interferir en la propiedad de liberación de flúor al actuar como una barrera mecánica.⁸ También es importante mencionar que Tiwari y Kishore evaluaron en sus estudios la influencia de un revestimiento adhesivo de nano-relleno (G-coat plus) en la liberación de flúor de un ionómero convencional, encontrando que el grupo sin revestimiento liberó una cantidad significativamente mayor comparado con el grupo cubierto con el revestimiento adhesivo, resultados en concordancia con el presente estudio, donde también se encontró diferencias significativas entre el grupo con y sin adhesivo. Tiwari sugirió como explicación para estas diferencias que el ionómero convencional, sin revestimiento protector, es muy soluble en agua.⁵ Y según Kishore, esto puede deberse a que el ionómero aún no ha fraguado completamente y al no estar protegidos del agua del medio son más solubles, asimismo, G-coat plus bloquea el mecanismo de enjuague superficial y la difusión a través de los poros, impidiendo la liberación del flúor.¹

Finalmente, este estudio obtiene resultados similares al ejecutado por Kishore, quien comparó la influencia de diferentes recubrimientos protectores en la propiedad de liberación de flúor del ionómero de vidrio convencional. Sus resultados revelaron que la mayor cantidad de flúor fue liberado del grupo control, seguido en orden por la vaselina y finalmente el G-coat plus, con diferencias significativas, y cuyos resultados demuestran que si bien ambos revestimientos disminuyen la cantidad de flúor liberado, en el caso de aplicar G-coat plus esta disminución es enorme.¹

VII. CONCLUSIONES

En función de los objetivos planteados y de acuerdo a los resultados obtenidos podemos concluir:

Conclusión general

- Si bien la aplicación de vaselina y adhesivo como revestimientos protectores reducen la cantidad de flúor liberado del ionómero de vidrio convencional, ambos revestimientos difieren en la manera en que afectan al patrón de liberación de flúor: La vaselina no afecta el patrón de liberación de flúor, pero el adhesivo si lo hace. En general, los revestimientos protectores influyen de manera negativa en la propiedad de liberación de flúor del ionómero de vidrio convencional porque disminuyen la cantidad de flúor liberado.

Conclusiones específicas

- El ionómero de vidrio convencional sin revestimiento presenta un patrón de liberación donde la mayor liberación se da dentro del primer día con una concentración promedio de 8,14 ppm y luego se da una liberación menor pero constante en los siguientes días: día 3 (liberación media de 1,47 ppm), día 7 (liberación media de 0,78 ppm) y día 15 (liberación media de 0,78 ppm), siguiendo un modelo sigmoidal. Además, existe diferencias entre cada periodo de tiempo.

- Al aplicar vaselina como revestimiento protector se observa un patrón de liberación donde la mayor liberación se da dentro del primer día con una concentración promedio de 5,23 ppm y luego se da una liberación menor pero constante en los siguientes días: día 3 (liberación media de 0,62 ppm), día 7 (liberación media de 0,31 ppm) y día 15 (liberación media de 0,13 ppm), siguiendo un modelo sigmoideal. Además, existe diferencias entre cada periodo de tiempo.
- Al aplicar adhesivo como revestimiento protector se observa un patrón de liberación donde la mayor liberación se da dentro del primer día con una concentración promedio de 1,37 ppm y luego se da una liberación menor pero constante en los siguientes días: día 3 (liberación media de 0,25 ppm), día 7 (liberación media de 0,06 ppm) y día 15 (liberación media de 0,03 ppm), siguiendo un modelo exponencial. Y no existe diferencias entre cada periodo de tiempo.
- La aplicación de los revestimientos protectores vaselina y adhesivo reducen la concentración de flúor liberado desde el ionómero de vidrio al compararlo con el grupo sin revestimiento. En cuanto a las diferencias entre el revestimiento vaselina y adhesivo, la aplicación del adhesivo como revestimiento protector reduce en mayor cantidad la cantidad de flúor liberado desde el ionómero de vidrio convencional comparado con el revestimiento vaselina.

VIII. RECOMENDACIONES

Utilizar mayor cantidad de especímenes para obtener menor margen de error.

Realizar estudios a largo plazo sobre cómo afectan los revestimientos protectores la propiedad de liberación de flúor y su propiedad de recarga de flúor.

Realizar mayores estudios sobre el efecto de usar o no revestimientos protectores en ensayos clínicos, puesto que si bien existe diferencia en cuanto a la cantidad de liberación de flúor, no se sabe si estos resultados se extrapolan in vivo, y en qué medida afecta la presencia o no de desarrollo de caries.

IX. BIBLIOGRAFÍA

1. Kishore G, Sai-Sankar AJ, Pratap-Gowd M, Sridhar M, Pranitha K, Sai-Krishna VS. Comparative Evaluation of Fluoride Releasing Ability of Various Restorative Materials after the Application of Surface Coating Agents - An In-vitro Study. J Clin Diagn Res. 2016 Dec;10(12):ZC38-ZC41.
2. Delgado C, Ramírez J, Nagano A. Liberación de fluoruro de dos cementos de ionómero de vidrio: estudio in vitro. Revista Odontológica Mexicana. 2014; 18(2):84-88.
3. Kamatham R, Reddy SJ. Surface coatings on glass ionomer restorations in Pediatric dentistry-Worthy or not?. Journal of the Indian Society of Pedodontics and Preventive Dentistry 2012; 31(4):229–233.
4. Dionysopoulos D, Koliniotou-Koumpia E, Helvatzoglou-Antoniades M, Kotsanos N. Fluoride release and recharge abilities of contemporary fluoride-containing restorative materials and dental adhesives. Dental materials journal 2013; 32(2):296–304.
5. Tiwari S, Nandlal B. "Effect of nano-filled surface coating agent on fluoride release from conventional glass ionomer cement: an in vitro trial". Journal of the Indian Society of Pedodontics and Preventive Dentistry 2013; 31(2):91–95.
6. Basso GR, Della Bona A, Gobbi DL, Cecchetti D. Fluoride release from restorative materials. Brazilian dental journal 2011; 22(5):355–358.
7. Mousavinasab SM, Meyers I. Fluoride release by glass ionomer cements, compomer and giomer. Dental research journal 2009; 6(2):75–81.
8. Wang L, Buzalaf M, Atta M. Effect of one-bottle adhesive systems on the fluoride release of a resin-modified glass ionomer. Journal of applied oral science 2004; 12(1):12–17.
9. McLean J, Nicholson J, Wilson A. Proposed nomenclature for glass-ionomer dental cements and related materials. Quintessence international 1994; 25(9):587–589.

10. Walls AW. Glass polyalkenoate (glass-ionomer) cements: a review. *Journal of dentistry* 1986; 14(6):231–246.
11. Wilson A, Kent B. A new translucent cement for dentistry. The glass ionomer cement. *British dental journal* 1972; 132(4):133–135.
12. Nagaraja PU, Kishore G. Glass-ionomer Cement - The Different Generations. *Trends in Biomaterials and Artificial Organs* 2005; 18(2):158-165.
13. Brookbank PA. Glass Poly-Vinyl-Phosphonate Cements with Reactive Aluminium Hydroxide Coated Sub-micron Anatase Filler (tesis doctoral). Exeter: University of Exeter; 2011.
14. Anusavice KJ, Phillips RW, Shen C, Rawls HR. *Phillip's science of dental materials*. 12 ed. Missouri: Elsevier Saunders; 2013.
15. Henostroza G. *Adhesión en Odontología restauradora*. 2 ed. Madrid: Ripano; 2010.
16. Barrancos J. *Operatoria Dental: Integración clínica*. 4 ed. Buenos Aires: Médica Panamericana; 2006.
17. Gallardo N. *Estudio del sellado marginal de las resinas compuestas modificadas con poliácidos en molares temporales* (tesis doctoral). Madrid: Universidad Complutense de Madrid; 1999.
18. Wilson AD, Crisp S, Ferner AJ. Reactions in glass-ionomer cements: IV. Effect of chelating comonomers on setting behavior. *Journal of dental research* 1976; 55(3):489–495.
19. Saroash S. *Glass ionomer cements: an investigation into ionic processes within the cement with respect to time* (tesis doctoral). London: Queen Mary University of London; 2010.
20. Barry TI, Clinton DJ, Wilson AD. The structure of a glass-ionomer cement and its relationship to the setting process. *Journal of dental research* 1979; 58(3):1072–1079.
21. Khoroushi M, Keshani F. A review of glass-ionomers: From conventional glass-ionomer to bioactive glass-ionomer. *Dental research journal* 2013; 10(4):411–420.

22. Lohbauer U. Dental Glass Ionomer Cements as Permanent Filling Materials?— Properties, Limitations and Future Trends. *Materials* 2010; 3(1):76–96.
23. Hotz P, McLean JW, Sced I, Wilson AD. The bonding of glass ionomer cements to metal and tooth substrates. *British dental journal* 1977;142(2):41–47.
24. Wilson AD. Glass-ionomer cement-origins, development and future. *Clinical materials* 1991;7(4):275–282.
25. Wilson AD, Prosser HJ, Powis DM. Mechanism of adhesion of polyelectrolyte cements to hydroxyapatite. *Journal of dental research* 1983;62(5):590–2.
26. Beech DR. Improvement in the adhesion of polyacrylate cements to human dentine. *British dental journal* 1973;135(10):442–445.
27. Davis JR. *Handbook of materials for medical devices*. Ohio: ASM International; 2003.
28. Wilson AD, McLean J. *Glass-Ionomer Cement*. Chicago: Quintessence Publishing Co; 1988.
29. Sidhu SK, Schmalz G. The biocompatibility of glass-ionomer cement materials. A status report for the *American Journal of Dentistry*. *American journal of dentistry* 2001;14(6):387–396.
30. Cefaly DF, Franco EB, Mondelli RF, Francisconi PA, Navarro MF. Diametral tensile strength and water sorption of glass-ionomer cements used in Atraumatic Restorative Treatment. *Journal of applied oral science : revista FOB* 2003;11(2):96–101.
31. Wilson AD, Paddon JM. Dimensional changes occurring in a glass-ionomer cement. *Am J Dent* 1993;6:280-282.
32. Mount GJ, Hume WR. *Conservación y restauración de la estructura dental*. Harcourt Brace. España; 1999.
33. Fonseca RB, Branco CA, Quagliatto PS, Gonçalves L de S, Soares CJ, Carlo HL, et al. Influence of powder/liquid ratio on the radiodensity and diametral tensile strength of glass ionomer cements. *Journal of applied oral science: revista FOB* 2010;18(6):577–584.

34. Mickenautsch S, Mount G, Yengopal V. Therapeutic effect of glass-ionomers: An overview of evidence. *Aust Dent J.* 2011;56:10–5.
35. Tatevossian A. Fluoride in dental plaque and its effects. *Journal of dental research* 1990;69:645–652.
36. Forss H, Jokinen J, Spets-Happonen S, Seppä L, Luoma H. Fluoride and mutans streptococci in plaque grown on glass ionomer and composite. *Caries research* 1991;25(6):454–458.
37. Herrera M, Castillo A, Bravo M, Liébana J, Carrión P. Antibacterial activity of resin adhesives, glass ionomer and resin-modified glass ionomer cements and a compomer in contact with dentin caries samples. *Operative dentistry* 2000;25(4):265–269.
38. Svanberg M, Mjör IA, Orstavik D. Mutans streptococci in plaque from margins of amalgam, composite, and glass-ionomer restorations. *Journal of dental research* 1990;69(3):861–864.
39. Ten Cate JM. Current concepts on the theories of the mechanism of action of fluoride. *Acta odontologica Scandinavica* 1999;57(6):325–329.
40. Spets-Happonen S, Seppä L, Korhonen A, Alakuijala P. Accumulation of strontium and fluoride in approximal dental plaque and changes in plaque microflora after rinsing with chlorhexidine-fluoride-strontium solution. *Oral diseases* 1998;4(2):114–119.
41. Wiegand A, Buchalla W, Attin T. Review on fluoride-releasing restorative materials-- fluoride release and uptake characteristics, antibacterial activity and influence on caries formation. *Dental materials: official publication of the Academy of Dental Materials* 2007;23(3):343–62.
42. Cury J, Tenuta L. Enamel remineralization: controlling the caries disease or treating early caries lesions? *Brazilian oral research* 2008;23(1):23–30.
43. O'Mullane DM, Baez, RJ, Jones S, Lennon MA, Petersen PE, Rugg-Gunn AJ, Whelton H, Whitford GM. Fluoride and Oral Health. *Community Dental Health* 2016; 33(2): 69-99.

44. Bell A, Creanor SL, Foye RH, Saunders WP. The effect of saliva on fluoride release by a glass-ionomer filling material. *Journal of oral rehabilitation* 1999;26(5):407–412.
45. McCabe F, Walls A. *Applied dental materials*. 9 ed. Oxford: Blackwell Munksgaard; 2008.
46. Preston AJ, Higham SM, Agalamanyi EA, Mair LH. Fluoride recharge of aesthetic dental materials. *Journal of oral rehabilitation* 1999;26(12):936–940.
47. Diaz-Arnold AM, Holmes DC, Wistrom DW, Swift EJ. Short-term fluoride release/uptake of glass ionomer restoratives. *Dental materials: official publication of the Academy of Dental Materials* 1995;11(2):96–101.
48. Gao W, Smales RJ. Fluoride release/uptake of conventional and resin-modified glass ionomers, and compomers. *Journal of dentistry* 2001;29(4):301–6.
49. Gemalmaz D, Yoruc B, Ozcan M, Alkumru HN. Effect of early water contact on solubility of glass ionomer luting cements. *The Journal of prosthetic dentistry* 1998;80(4):474–478.
50. Fatima N, Ali Abidi S, Qazi F-R, Jat S. Effectiveness of commonly available surface protecting agents in maintaining microhardness of two cements. *Journal of the College of Physicians and Surgeons--Pakistan : JCPSP* 2013; 23(5):315–318.
51. Booth S, Deacon A, Coleman N. Properties of Glass-Ionomer Cements Sealed with Petroleum Jelly or Wax. *World Academy of Science, Engineering and Technology* 2012; 6(12):903-906.
52. Shintome LK, Nagayassu MP, Di Nicoló R, Myaki SI. Microhardness of glass ionomer cements indicated for the ART technique according to surface protection treatment and storage time. *Brazilian oral research* 2009;23(4):439–445.
53. Cerqueira Leite JBB, Giro EMA, Cruz CAS. Comparative study of the surface hardness of glass ionomer restorative cements subjected to conditions of humidity and dessiccation. *Rev Odonto* 1999; 28:119-35.

54. Kato K, Yarimizu H, Nakaseko H, Sakuma T. Influence of coating materials on conventional glass-ionomer cement. *Journal of Dental Research* 2008; 87(487):1996-1944.
55. Pacifici E, Bossù M, Giovannetti A, La Torre G, Guerra F, Polimeni A. Surface roughness of glass ionomer cements indicated for uncooperative patients according to surface protection treatment. *Annali di stomatologia* 2013;4(3-4):250–8.

X. ANEXOS

ANEXO 01 FICHA DE CODIFICACIÓN DE FRASCOS

Recubrimiento	Número de muestra	Código de los frascos			
		Día 1	Día 3	Día 7	Día 15
Sin recubrimiento	1	1D1	1D3	1D7	1D15
	2	2D1	2D3	2D7	2D15
	3	3D1	3D3	3D7	3D15
Vaselina (Reuter)	4	4D1	4D3	4D7	4D15
	5	5D1	5D3	5D7	5D15
	6	6D1	6D3	6D7	6D15
Adhesivo (Prime&Bond 2.1)	7	7D1	7D3	7D7	7D15
	8	8D1	8D3	8D7	8D15
	9	9D1	9D3	9D7	9D15

ANEXO 02 INFORME DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

Facultad de Ciencias

LABORATORIO DE ANÁLISIS INSTRUMENTAL Y MEDIO AMBIENTE

INFORME DE ENSAYO

(IE-0015-LAIMA-FC-UNI-2015)

SOLICITADO POR: Srta. SHIRLEY ZAMBRANO CAPCHA

MUESTRAS

No DE MUESTRAS	TIPO	MÉTODO DE ENSAYO
36	Muestras líquidas traídas por el cliente en recipientes de plásticos	Potenciométrico, APHA 4500F

RESULTADOS

1. FLUORUROS

No	Muestra	[F, ppm]
1	1D1	7.30
2	1D3	1.30
3	1D7	0.80
4	1D15	0.43
5	2D1	8.90
6	2D3	1.49



Pág. 1 de 3



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

Facultad de Ciencias

7	2D7	0.74
8	2D15	0.56
9	3D1	8.23
10	3D3	1.62
11	3D7	0.81
12	3D15	0.52
13	4D1	4.85
14	4D3	0.69
15	4D7	0.44
16	4D15	0.20
17	5D1	4.40
18	5D3	0.68
19	5D7	0.30
20	5D15	0.10
21	6D1	6.43
22	6D3	0.50
23	6D7	0.20
24	6D15	0.09



Pág. 2 de 3

Av. Túpac Amaru 210, Lima 25 Apartado 31-139 - Perú
Teléfax: (511) 481-0824, Central Telefónica: (511) 481-1070 Anexo: 237 - 236
e-mail: fc@uni.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

Facultad de Ciencias

25	7D1	2.47
26	7D3	0.41
27	7D7	0.10
28	7D15	0.06
29	8D1	1.24
30	8D3	0.28
31	8D7	0.06
32	8D15	< 0.01
33	9D1	0.39
34	9D3	0.06
35	9D7	< 0.01
36	9D15	< 0.01

Lima, 25 de mayo de 2015.




MSc. Christian Jacinto H.
Laboratorio de Análisis Instrumental
y Medio Ambiente

Pág. 3 de 3

Av. Túpac Amaru 210, Lima 25 Apartado 31-139 - Perú
Teléfax: (511) 481-0824, Central Telefónica: (511) 481-1070 Anexo: 237 - 238
e-mail: fc@uni.edu.pe

ANEXO 03 FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Recubrimiento	Número de muestra	Concentración de flúor en ppm			
		Día 1	Día 3	Día 7	Día 15
Sin recubrimiento	1	7,30	1,30	0,80	0,43
	2	8,90	1,49	0,74	0,56
	3	8,23	1,62	0,81	0,52
Vaselina (Reuter)	4	4,85	0,69	0,44	0,20
	5	4,40	0,68	0,30	0,10
	6	6,43	0,50	0,20	0,09
Adhesivo (Prime&Bond 2.1)	7	2,47	0,41	0,10	0,06
	8	1,24	0,28	0,06	0,01
	9	0,39	0,06	0,01	0,01

ANEXO 04 COMPENDIO DE MATERIALES PARA ELABORACION DE MUESTRAS



- 1: Ionómero de vidrio convencional Fuji II 2: Adhesivo Prime&Bond 2.1
 3: Vaselina sólida Reuter 4: Molde plástico 5: Lámpara LED Woodpecker y Radiómetro
 6: Espátula de cemento de plástico 7: Microbrush
 8: Platina de vidrio y Lámina de acetato

ANEXO 05 COMPEDIO DE MATERIALES PARA EL ALMACENAMIENTO DE MUESTRAS



1: Pinza metálica y esmalte de uñas 2: Agua destilada 3: Pipeta plástica
4: Estufa casera 5: Frasco de plástico

ANEXO 06 FOTOS DEL PROCEDIMIENTO



Paso 1: Se cubrió las platinas de vidrio con papel transparencia



Paso 2: El molde empleado fue un tubo plástico de 12 mm de diámetro por 2.5 mm de espesor

Paso 3: Mezclado del cemento ionómero de vidrio manualmente





Paso 4: Llenado del molde con el material correspondiente, evitando la inclusión de burbujas de aire



Paso 5: Se cubrió inmediatamente con otra platina de vidrio (cubierta con papel transparencia)

Paso 6: Presión manual para eliminado de excesos

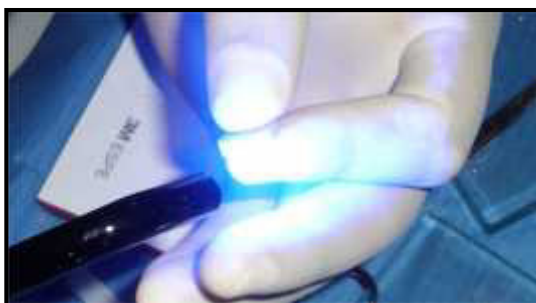


Paso 7: Retiro de las platinas de vidrio luego de 5 minutos





Paso 8: Se aplicó el revestimiento usando microbrush



Paso 9: Fotopolimerización del adhesivo por 40 segundos

Paso 10: Colocación de todas las muestras en envases plásticos con agua destilada



Paso 11: Rotulado de los envases

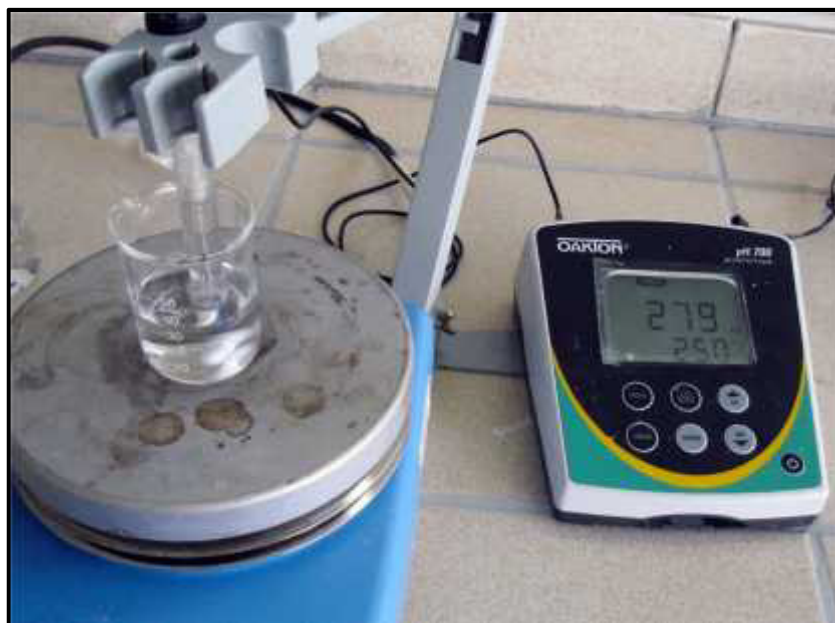




Paso 12: Almacenamiento de las muestras a 37°C

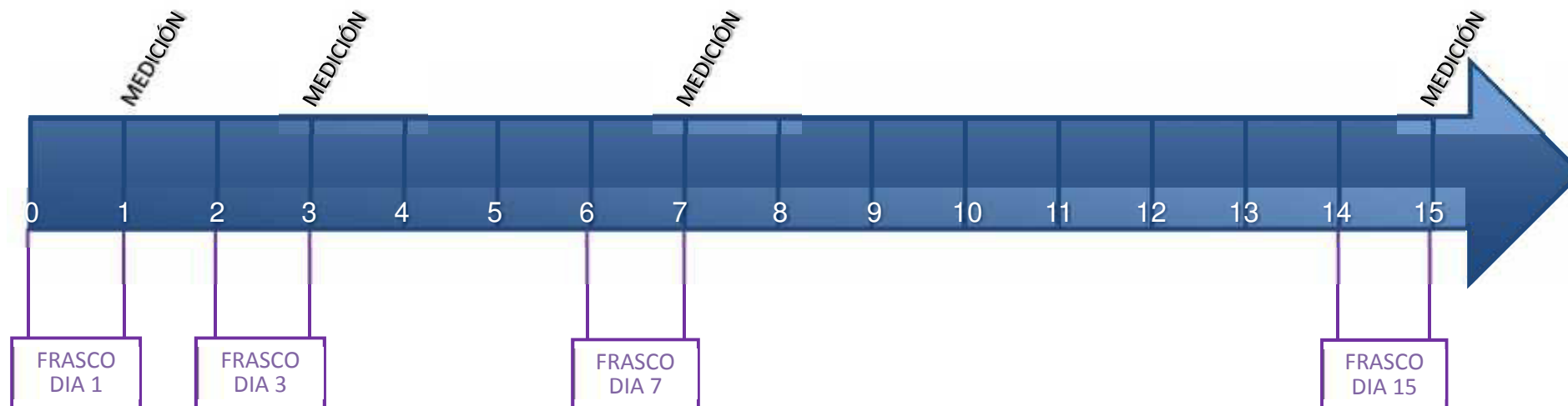


Paso 13: Preparación de diluciones estándar para curva de calibración



Paso 14: determinación potenciométrica de F-

ANEXO 07 CUADRO DE RECAMBIOS DE ENVASES



Cada una de las 9 muestras estuvo en agua destilada por un periodo de 15 días. Las mediciones de flúor en agua destilada se realizaron al final del día 1, día 3, día 7 y día 15. El frasco día 1 contuvo el agua destilada con el flúor liberado de la muestra en el transcurso del día 1, el frasco día 3 contuvo el agua destilada con el flúor liberado de la muestra en el transcurso del día 3, el frasco día 7 contuvo el agua destilada con el flúor liberado de la muestra en el transcurso del día 7 y el frasco día 15 contuvo el agua destilada con el flúor liberado de la muestra en el transcurso del día 15.